



**UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA**  
SEDE CONCEPCION REY BALDUINO DE BELGICA  
CONCEPCION

**EVALUACIÓN DE MEJORAMIENTO TÉRMICO DE UNA VIVIENDA  
UBICADA EN LA COMUNA DE LOTA**

**FELIPE PEÑA MONSALVES**

**UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA**  
**SEDE CONCEPCION**  
**“REY BALDUINO DE BELGICA”**

**EVALUACIÓN DE MEJORAMIENTO TÉRMICO DE UNA VIVIENDA UBICADA EN**  
**LA COMUNA DE LOTA**

**TRABAJO PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO CONSTRUCTOR**

**Alumno: Felipe Andrés Peña Monsalves**

**Profesor Guía: Cristopher Alexis Pérez Marín**

**2023**

## **RESUMEN DEL PROYECTO**

Este trabajo busca realizar un reacondicionamiento térmico, a una vivienda ubicada en la comuna de LOTA Población Benjamín Esquella calle los alerce # 60 ya que esta no cuenta con las actuales normativas de aislamiento por lo cual no tienen un confort térmico idóneo por lo consiguiente el propietario utiliza la cocina a leña y otros artefactos como medida de calefacción.

Se realizará un estudio bioclimático el cual se verán diferentes parámetros tales como el clima, el asoleamiento, predominancia de viento, ventilación con el fin de determinar cuál es el mejor método de realizar un acondicionamiento térmico en la vivienda.

Al utilizar métodos de calefacción como la leña, es muy probable que se estén generando contaminación ambiental debido que al usar leña se genera material particulado MP 2,5 y MP10. Por lo cual se pueden provocar daños en la salud de los residentes. Debido a lo mencionado es que se realizará una evolución ambiental en que se medirán parámetros de temperatura, humedad y material particulado MP2,5 y MP 10 en la cocina lo cual determinará si las mediciones están de acuerdo con las normativas vigentes.

Se efectuará un análisis de los elementos constructivos de la vivienda con la finalidad de diagnosticar cuánto es la transmitancia térmica que posee actualmente la vivienda lo cual determinará el mejor método de reacondicionamiento térmico, con las exigencias del PDA (plan de descontaminación atmosférica)

## Tabla de contenido

|                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| INTRODUCCIÓN .....                                                                                        | 1  |
| FORMULACIÓN GENERAL DEL PROBLEMA.....                                                                     | 3  |
| Justificación del proyecto.....                                                                           | 6  |
| OBJETIVOS.....                                                                                            | 7  |
| Objetivo General de Proyecto.....                                                                         | 7  |
| Objetivos Especifico.....                                                                                 | 7  |
| MARCO TEORICO .....                                                                                       | 8  |
| MARCO NORMATIVO .....                                                                                     | 10 |
| METODOLOGÍA .....                                                                                         | 11 |
| CAPITULO I: Caracterizar el entorno bioclimático de la vivienda ubicada de la comuna de Lota<br>.....     | 14 |
| GENERALIDADES.....                                                                                        | 15 |
| CLIMA PROMEDIO EN LA COMUNA DE LOTA .....                                                                 | 18 |
| ASOLEAMIENTO .....                                                                                        | 20 |
| ANÁLISIS DE PREDOMINANCIA DE VIENTOS .....                                                                | 23 |
| VENTILACIÓN .....                                                                                         | 28 |
| CAPITULO II : Diagnosticar las condiciones ambientales y constructivas de la vivienda en<br>estudio. .... | 33 |
| Condiciones ambientales de la vivienda.....                                                               | 34 |
| Estudio de mediciones de material particulado .....                                                       | 35 |
| Protocolo de medición de parámetros ambientales .....                                                     | 36 |
| Temperatura y humedad relativa .....                                                                      | 43 |
| T°C Y HR Cocina.....                                                                                      | 43 |
| T°C Y HR Habitación 1.....                                                                                | 45 |
| T°C Y HR Living .....                                                                                     | 47 |

|                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| T°C Y HR Habitación 2.....                                                                                               | 49 |
| T°C Y HR Habitación 3.....                                                                                               | 51 |
| T°C Y HR Comedor .....                                                                                                   | 53 |
| Análisis constructivo .....                                                                                              | 55 |
| Transmitancia térmica.....                                                                                               | 59 |
| Método de cálculo de transmitancia térmica.....                                                                          | 60 |
| Mejoramiento de la Transmitancia térmica de acuerdo PPDA.....                                                            | 63 |
| Transmitancia térmica en el muro de albañilería primer nivel. ....                                                       | 64 |
| Transmitancia térmica en el muro de tabiquería 2 nivel.....                                                              | 67 |
| Transmitancia térmica en la techumbre. ....                                                                              | 69 |
| Transmitancia térmica en el piso. ....                                                                                   | 70 |
| Verificación de requisitos mínimos para las ventanas. ....                                                               | 71 |
| CAPITULO III : Proponer solución constructiva de acondicionamiento térmico para mejorar el estándar de la vivienda. .... | 73 |
| Propuesta para muro perimetral del lado Norte. ....                                                                      | 75 |
| Transmitancia térmica obtenida .....                                                                                     | 76 |
| Propuesta para muros perimetral de lado Este, Oeste y Sur. ....                                                          | 78 |
| Pasos de instalación.....                                                                                                | 78 |
| Transmitancia térmica obtenida en muro de albañilería.....                                                               | 80 |
| Transmitancia térmica obtenida en muro de tabiques de madera.....                                                        | 82 |
| Propuesta para la techumbre.....                                                                                         | 83 |
| Transmitancia térmica obtenida .....                                                                                     | 84 |
| Propuesta para piso.....                                                                                                 | 85 |
| Propuesta para reforzar la aislación térmica en los muros .....                                                          | 87 |
| Extractor cocina.....                                                                                                    | 88 |

CAPITULO IV : Evaluar económicamente las soluciones propuestas. ....89

    Ficha técnica sistema EIFS.....90

    A.P.U.....93

    Ficha técnica Poligyp.....94

    A.P.U.....96

    Ficha técnica Lana de Vidrio P-kraft 1C .....98

    A.P.U.....100

    Ficha técnica de Barrera Térmica Radiante Con Refuerzo Altermic.....101

    Ficha técnica piso flotante vinílico SPC click. ....103

    A.P.U.....105

    Presupuesto .....109

Conclusión.....110

BIBLIOGRAFIA.....112

    Webgrafía.....112

## **INDICE DE GRÁFICO**

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1: registro diario MP 2,5 .....                 | 3  |
| Gráfico 2: promedio de temperatura en Lota .....        | 18 |
| Gráfico 3: flujo de aire living.....                    | 29 |
| Gráfico 4: flujo de aire comedor .....                  | 29 |
| Gráfico 5: flujo de aire cocina.....                    | 30 |
| Gráfico 6: flujo de aire dormitorio 1 .....             | 30 |
| Gráfico 7: flujo de aire dormitorio 2 .....             | 31 |
| Gráfico 8: flujo de aire dormitorio 3 .....             | 31 |
| Gráfico 9: Rangos de temperatura interior, cocina.....  | 38 |
| Gráfico 10: Rangos de MP 2,5, cocina.....               | 39 |
| Gráfico 11: Rangos de MP 10, cocina.....                | 39 |
| Gráfico 12: Rangos de temperatura interior, cocina..... | 40 |
| Gráfico 13: Rangos de MP 2,5, cocina.....               | 41 |
| Gráfico 14: Rangos de MP 10, cocina.....                | 41 |
| Gráfico 15: Rangos de Temperatura, cocina .....         | 43 |
| Gráfico 16: Rangos de Humedad, cocina.....              | 43 |
| Gráfico 17: Rangos de Temperatura, Habitación 1 .....   | 45 |
| Gráfico 18: Rangos de Humedad, Habitación 1 .....       | 45 |
| Gráfico 19: Rangos de Temperatura, living .....         | 47 |
| Gráfico 20: Rangos de Humedad, living.....              | 47 |
| Gráfico 21: Rangos de Temperatura, habitación 2 .....   | 49 |
| Gráfico 22: Rangos de Humedad, habitación 2.....        | 49 |
| Gráfico 23: Rangos de Temperatura, habitación 3 .....   | 51 |
| Gráfico 24: Rangos de humedad, habitación 3.....        | 51 |
| Gráfico 25: Rangos de Temperatura, Comedor .....        | 53 |
| Gráfico 26: Rangos de Humedad, Comedor .....            | 53 |

## **INDICE DE IMAGEN**

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Imagen 1: entretecho                                                          | 5  |
| Imagen 2: aislacion térmica                                                   | 8  |
| Imagen 3: Envolvente térmica                                                  | 8  |
| Imagen 4: Confort Térmico                                                     | 9  |
| Imagen 5: termohigrómetro                                                     | 11 |
| Imagen 6: Medidor PCE-PCO2                                                    | 13 |
| Imagen 7: Localización vivienda                                               | 15 |
| Imagen 8: Planta arquitectura primer piso                                     | 16 |
| Imagen 9: Planta arquitectura segundo piso                                    | 17 |
| Imagen 10: Trayectoria del sol respecto de la superficie horizontal terrestre | 20 |
| Imagen 11: recorrido del sol                                                  | 21 |
| Imagen 12: recorrido del sol en invierno                                      | 22 |
| Imagen 13: rosa de viento año completo                                        | 23 |
| Imagen 14: rosa de viento                                                     | 24 |
| Imagen 15: rosa de viento otoño                                               | 25 |
| Imagen 16: rosa de viento invierno                                            | 26 |
| Imagen 17: rosa de viento primavera                                           | 27 |
| Imagen 18: tipo de ventilación                                                | 28 |
| Imagen 19: termohigrómetro y Medidor PCE-PCO2                                 | 34 |
| Imagen 20: cocina a leña                                                      | 35 |
| Imagen 21: enfermedades por contaminación en el aire                          | 42 |
| Imagen 22: Detalle muros primer piso                                          | 55 |
| Imagen 23: Detalle muros segundo piso                                         | 56 |
| Imagen 24: Detalle techumbre                                                  | 57 |
| Imagen 25: Detalle piso                                                       | 58 |
| Imagen 26: Fórmula de transmitancia térmica                                   | 60 |
| Imagen 27: Resistencias térmicas de superficie en $m^2 \times K/W$            | 60 |

|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
| Imagen 28: Fórmula de transmitancia térmica ponderada | 61  |
| Imagen 29: Sistema E.I.FS                             | 76  |
| Imagen 30: Poligyp                                    | 79  |
| Imagen 31: aislante térmico techumbre                 | 83  |
| Imagen 32: barrera térmica aislante                   | 85  |
| Imagen 33: revestimiento piso                         | 86  |
| Imagen 34: Termiprotec interior                       | 87  |
| Imagen 35: extractor                                  | 88  |
| Imagen 36: instalación sistema E.I.F.S                | 92  |
| Imagen 37: ventajas de sistema Poligyp                | 95  |
| Imagen 38: rollo lana con papel Kraft                 | 99  |
| Imagen 39: Barrera térmica                            | 102 |
| Imagen 40: instalación revestimiento de piso          | 104 |

## **INDICE DE TABLAS**

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1: porcentaje de uso de leña.....                                                      | 4  |
| Tabla 2: Protocolo de medición de parámetros ambientales .....                               | 36 |
| Tabla 3: Protocolo de medición de parámetros ambientales .....                               | 37 |
| Tabla 4: descripción de material.....                                                        | 55 |
| Tabla 5: descripción de material.....                                                        | 56 |
| Tabla 6: descripción de material.....                                                        | 57 |
| Tabla 7: descripción de material.....                                                        | 58 |
| Tabla 8: Exigencias para techumbres, muros y pisos ventilados .....                          | 59 |
| Tabla 9: Incorporación del R100 .....                                                        | 59 |
| Tabla 10: porcentajes de estructura, simplificado de transmitancia térmica .....             | 61 |
| Tabla 11: Exigencias para ventanas.....                                                      | 62 |
| Tabla 12: Transmitancia térmica máxima de la envolvente térmica (valor U) .....              | 63 |
| Tabla 13: Valor R100 mínimo del material aislante térmico para elementos constructivos. .... | 63 |
| Tabla 14: Calculo de transmitancia térmica muros primer nivel.....                           | 64 |
| Tabla 15: Calculo de transmitancia térmica muros primer nivel.....                           | 64 |
| Tabla 16: Calculo de transmitancia térmica muros primer nivel.....                           | 65 |
| Tabla 17: Calculo de transmitancia térmica muros primer nivel.....                           | 65 |
| Tabla 18: Calculo de transmitancia térmica muros primer nivel.....                           | 65 |
| Tabla 19: Calculo de transmitancia térmica muros primer nivel.....                           | 66 |
| Tabla 20: Calculo de transmitancia térmica muros primer nivel.....                           | 66 |
| Tabla 21: Calculo de transmitancia térmica muros segundo nivel .....                         | 67 |
| Tabla 22: : Calculo de transmitancia térmica muros segundo nivel.....                        | 67 |
| Tabla 23: Calculo de transmitancia térmica muros segundo nivel .....                         | 68 |
| Tabla 24: Calculo de transmitancia térmica techumbre. ....                                   | 69 |
| Tabla 25: Calculo de transmitancia térmica techumbre .....                                   | 69 |
| Tabla 26: Calculo de transmitancia térmica techumbre .....                                   | 69 |
| Tabla 27: Calculo de transmitancia térmica piso.....                                         | 70 |
| Tabla 28: Superficie de ventanas totales .....                                               | 71 |
| Tabla 29: Superficie de muros totales .....                                                  | 71 |
| Tabla 30: Porcentaje de vidrio monolítico .....                                              | 72 |

|                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 31: Transmitancia térmica máxima de la envolvente térmica (valor U) ..... | 74  |
| Tabla 32: Calculo de transmitancia térmica muros primer nivel.....              | 76  |
| Tabla 33: Calculo de transmitancia térmica muros primer nivel.....              | 77  |
| Tabla 34:Calculo de transmitancia térmica muros primer nivel.....               | 77  |
| Tabla 35:Calculo de transmitancia térmica muros primer nivel.....               | 78  |
| Tabla 36: Calculo de transmitancia térmica muros primer nivel.....              | 80  |
| Tabla 37: Calculo de transmitancia térmica muros primer nivel.....              | 80  |
| Tabla 38: Calculo de transmitancia térmica muros primer nivel.....              | 81  |
| Tabla 39: Calculo de transmitancia térmica muros primer nivel.....              | 81  |
| Tabla 40: Calculo de transmitancia térmica muros segundo nivel .....            | 82  |
| Tabla 41: Calculo de transmitancia térmica muros segundo nivel .....            | 82  |
| Tabla 42: Calculo de transmitancia térmica muros segundo nivel .....            | 83  |
| Tabla 43: Calculo de transmitancia térmica techumbre .....                      | 84  |
| Tabla 44: Calculo de transmitancia térmica techumbre .....                      | 84  |
| Tabla 45: Calculo de transmitancia térmica techumbre .....                      | 84  |
| Tabla 46: Calculo de transmitancia térmica techumbre .....                      | 85  |
| Tabla 47: análisis de precio unitario sistema E.I.F.S. ....                     | 93  |
| Tabla 48: análisis de precio unitario Poligyp .....                             | 96  |
| Tabla 49:análisis de precio unitario Poligyp .....                              | 97  |
| Tabla 50: análisis de precio unitario lana. ....                                | 100 |
| Tabla 51: análisis de precio unitario barrera térmica. ....                     | 105 |
| Tabla 52: análisis de precio unitario OSB .....                                 | 106 |
| Tabla 53: análisis de precio unitario desarme de revestimiento de muro .....    | 107 |
| Tabla 54: análisis de precio unitario Extractor de aire. ....                   | 108 |
| Tabla 55: ítem Presupuesto.....                                                 | 109 |

## **INTRODUCCIÓN**

Lota es una comuna y ciudad de Chile ubicada en la provincia de Concepción, Región del Biobío, en la zona centro sur de Chile. En el cual está presente, junto con otras comunas, en el Plan de prevención y descontaminación atmosférica para las comunas de Concepción metropolitana cuyo objetivo es dar cumplimiento a la normativa MP2,5 cuya finalidad es minimizar el riesgo, protegiendo la salud de las personas de los efectos a cortos y largos plazos, del contaminante.

El cumplimiento de la meta de reducción de emisiones previsto por el PPDA (Plan de prevención y descontaminación atmosférica para las comunas de Concepción metropolitana) tiene una serie de medidas llamadas estructurales las cuales son, uso de mejoramiento de la calidad de leña, control de emisiones de fuentes fijas, gestión de episodios críticos de contaminación, generación de áreas verdes y ciclovías, uso y mejoramiento de artefactos, control de emisiones asociadas a las quemas agrícolas, forestales y domiciliarias, educación y difusión ambiental, control de emisiones asociadas a fuentes móviles, compensación de emisiones y mejoramiento de la eficiencia térmica de las viviendas. Es en el último punto en que está enfocado el presente trabajo título que busca analizar la envolvente térmica de una vivienda.

Este método explora la disminución de la demanda de energía de una vivienda, para mejorar el confort de los ocupantes y disminuir su impacto ambiental. La vivienda está ubicada en la Población Benjamín Esquella, calle Los Alerces #60, comuna de Lota, la cual se encuentra fuera de las exigencias del PPA.

Los propietarios utilizan diferentes métodos de calefacción para alcanzar el confort térmico los cuales son, el gas licuado, aparatos electrónicos y leña, siendo este último el más utilizado, influyendo desfavorablemente a los problemas de contaminación.

La finalidad de la realización del estudio, de mejoramiento térmico, es poder reducir la utilización de los métodos de calefacción mencionados anteriormente. Poder disminuir la contaminación

ambiental, mejorando la calidad de aire y minimizando el riesgo de salud, como también poder poner la vivienda en la actual normativa de acondicionamiento térmico.

## FORMULACIÓN GENERAL DEL PROBLEMA

En el año 2015 se establece el decreto 15, el cual establece que las comunas de Lota, Coronel, San Pedro de la Paz, Hualqui, Chiguayante, Concepción, Penco, Tomé, Talcahuano y Hualpén como zona saturada por el material particulado fino respirable MP2,5 de acuerdo con el Ministerio del medio ambiente. De acuerdo con el decreto 12, Artículo 3° que este dictamino, establece que la norma primaria de calidad del aire para material particulado fino es veinte microgramos por metro cúbico (20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), como concentración anual, y cincuenta microgramos por metro cúbico (50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), como concentración de 24 horas.

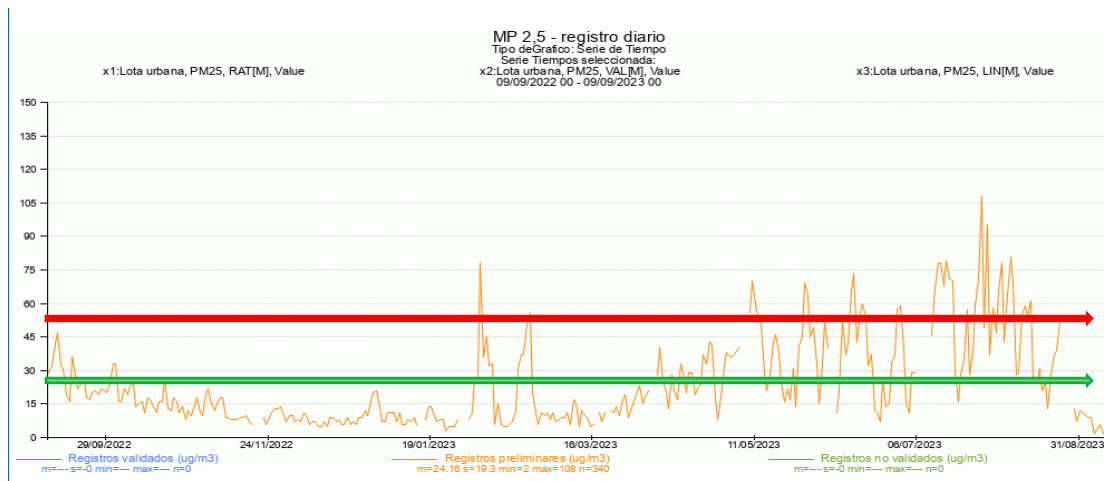


*Gráfico 1: registro diario MP 2,5*

*Fuente : Sistema de Información Nacional de Calidad de Aire*

De acuerdo con los últimos antecedentes entregado por el Sistema de Información Nacional de Calidad de Aire (SINCA) en la comuna de Lota la medida no se estaría cumpliendo debido a que las mediciones realizadas desde el 29/09/2022 hasta el 31/08/2023 muestra que se estaría superando los cincuenta microgramos por metro cúbico (flecha roja), como concentración de 24 horas. El aumento más considerable fue en la temporada de invierno debido a la utilización de la leña como

método de calefacción. Cabe mencionar que la OMS establece un 25 µg/m3 (flecha verde) como concentración diaria.

Es por lo mencionado anterior mente que en el año 2019 se establece el plan de prevención y de descontaminación atmosférica de las comunas de concepción metropolitano cuyo objetivo es reducir el nivel de MP2,5 en el aire para proteger la salud de las personas de los efectos agudos y crónicos de dicho contaminante. Dicho plan establece que el mejoramiento de la eficiencia térmica de las vivienda es un método que permite reducir los niveles de este contaminante puesto que nos permitiría reducir los métodos de calefacción como la leña, la cual ayuda negativamente con la contaminación ambiental puesto que al utilizar la quema de leña en chimeneas, estufa o cualquier otro sistema de calefacción se emitirá una serie de contaminantes atmosféricos (MP2,5) que pueden tener efectos en la salud humana, generando enfermedades respiratorias, cardiovascular, etc.

Las principales fuentes de MP2,5 establecido en el plan de prevención y de descontaminación atmosférica son los automóviles, Planta termoeléctrica, Calderas, fundiciones, proceso metalúrgico, la combustión biomasa, calefacción residencial a leña Según un estudio realizado por CONAF, el 67% de las viviendas de la octava región utiliza la leña como un método para calefaccionar siendo un promedio aproximado de 2 millones de metro cubico utilizado. Solo en la vivienda, los propietarios tienen un consumo de alrededor de 1800 astilla lo que equivale a \$61.200 pesos mensuales, el consumo de leña es en alrededor de 5 meses.

| Región        | Porcentaje de hogares que usan leña | Número de viviendas | Consumo Inferior (m3 st) | Consumo Superior (m3 st) | Fuente              |
|---------------|-------------------------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|
| RM            | 5 %                                 | 2.378.490           | 281.940                  | 326.446                  | UACH(2013)          |
| O'Higgins     | 48 %                                | 354.324             | 591.112                  | 1.048.724                | Reyes et al. (2020) |
| Maule         | 61 %                                | 411.211             | 879.875                  | 1.806.887                | Reyes et al. (2018) |
| Biobío        | 67 %                                | 768.162             | 2.813.436                | 4.495.239                | INFOR (2019)        |
| Araucanía     | 86 %                                | 381.170             | 2.517.281                | 4.714.219                | INFOR (2019)        |
| Los Ríos      | 90 %                                | 153.990             | 1.945.422                | 1.961.807                | Reyes ( 2017)       |
| Los Lagos     | 92 %                                | 332.935             | 4.235.207                | 5.647.570                | UACH (2013)         |
| Aysén         | 95 %                                | 44.726              | 741.196                  | 1.364.923                | UACH(2013)          |
| Magallanes    | 2 %                                 | 65.641              | 19.071                   | 29.964                   | UACH(2013)          |
| <b>Total*</b> | <b>70 %**</b>                       | <b>4.890.649</b>    | <b>14.024.541</b>        | <b>21.030.204</b>        |                     |

*\*El total se refiere a las regiones presentadas en la tabla, no corresponde al total nacional. \*\*Para el Porcentaje de hogares que usan leña, el total corresponde al número total de viviendas en las regiones de la tabla (sin la RM) que usan leña y no al promedio de los porcentajes.*

*Tabla 1: porcentaje de uso de leña*

*Fuente: centro de ciencia del clima y la resiliencia*

Por lo tanto, de acuerdo con lo señalado anteriormente sobre la contaminación que se produce al utilizar el método de calefacción como la leña es que se ha creado el Plan de prevención y descontaminación atmosférica para la comuna de Concepción. Dicho plan establece como medida de mejoramiento térmico de una vivienda, para poder mitigar la contaminación ambiental.

Esta medida será aplicada como estudio de mejoramiento térmico a una vivienda ubicada en la comuna de Lota, Población Benjamín Esquela, calle Los Alerce #60. Con aquello se provee mejorar la calidad de vida de los ocupantes, reduciendo el consumo de leña, mejorando así la calidad de aire en la vivienda y reduciendo la posibilidad de contraer enfermedades producto a la exposición del MP2,5 además de poder actualizar la vivienda de acuerdo con las nuevas normativas de aislación térmica. La vivienda en estudio no posee ningún tipo de aislación térmica tanto en los muros del primer nivel como también en la techumbre y en el segundo nivel la aislación no es muy efectiva debido a que no se alcanza a llegar al confort térmico ideal, es por aquello que los residentes deben usar algún tipo de calefacción en la época de invierno con el fin de poder alcanzar una temperatura ideal (confort térmico) que por lo que señala el manual de reacondicionamiento térmico esta debería estar entre los 19°C a 22°C.



*Imagen 1: entretecho*

*Fuente: elaboración propia*

### **Justificación del proyecto.**

En el año 1998 la vivienda fue remodelada para que los miembros del hogar pudieran tener una mejor calidad de vida dicha remodelación consto con ampliaciones y cambios en la distribución de la vivienda, sin embargo, no contemplo las medidas de aislación térmica debido a que no existían normativas al respecto. A partir del decreto 115 de 1999 del MINVU se modifica la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción la cual permitió regular la existencia de acondicionamiento térmico de las viviendas y es a partir de aquello, en el año 2000 entra en vigor la reglamentación de aislación térmica en complejo de techumbre. Tras transcurrir los años se fueron generando más, siendo en el año 2020 la ultima la cual se pronuncia como aumento de las exigencias de aislación para las viviendas.

El estudio está enfocado en poder buscar el mejor método de aislación térmica para una vivienda ubicada en la comuna de Lota. Tomando datos que nos permitirán ver el estado actual en que se encuentra la vivienda y realizando distintos cálculos según lo que indica la Nch 853 of 2007 que nos permitirán demostrar que la vivienda no posee los requerimientos mínimos que plantea el plan de descontaminación atmosférica de concepción metropolitano.

El estudio de esta evaluación de mejoramiento térmico está orientado en ver cual método es el más indicado para esta vivienda siguiendo el criterio de costo – eficiencia, con el fin de poder llevar a una serie de beneficios entre las cuales se encuentran ahorro de energía, reducción de costos, elevar el nivel de confort, cumplir con las nuevas regulaciones y ayudar a la sostenibilidad ambiental.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General de Proyecto.**

Propuesta de acondicionamiento térmico para una vivienda ubicada en Lota, de acuerdo con las nuevas reglamentaciones y estándares del plan de descontaminación atmosférica de concepción metropolitana.

### **Objetivos Especifico.**

1. Caracterizar el entorno bioclimático de la vivienda ubicada de la comuna de Lota
2. Diagnosticar las condiciones ambientales y constructivas de la vivienda en estudio.
3. Proponer solución constructiva de acondicionamiento térmico para mejorar el estándar de la vivienda.
4. Evaluar económicamente las soluciones propuestas.

## MARCO TEORICO

**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. (*Manual de Reacondicionamiento Térmico*)



*Imagen 2: aislacion térmica*

*Fuente: Manual de Reacondicionamiento Térmico*

**Envolvente térmica:** 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. (*Manual de Reacondicionamiento Térmico*)

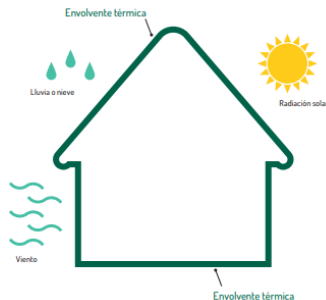


*Imagen 3: Envolvente térmica*

*Fuente: Manual de Reacondicionamiento Térmico*

**Confort térmico:** Este concepto define las condiciones ambientales en las que nos sentimos cómodos y sin molestias al interior de nuestras viviendas. Esta percepción depende del intercambio térmico entre las personas y el entorno, y a una serie de variables que afectan el ambiente interior. (*Manual de Reacondicionamiento Térmico*)

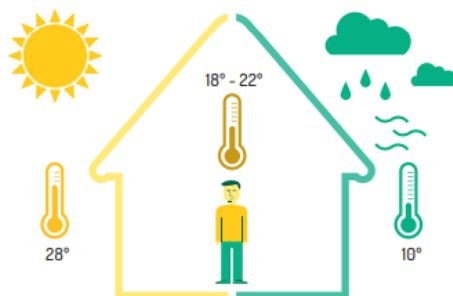


*Imagen 4: Confort Térmico*

*Fuente: Manual de Reacondicionamiento Térmico*

**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. (*norma chilena NCH 853 – 2007*)

**Contaminación ambiental:** Se denomina contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico), o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o bien, que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos. (Instituto de Salud Pública)

## **MARCO NORMATIVO**

- Nch 853 of 2007 acondicionamiento térmico – envolvente térmico de edificios – cálculos de resistencias y transmitancia térmica del instituto nacional de normalización.
- Plan de prevención y descontaminación atmosférica – concepción – metropolitano.
- Manual de aplicación reglamentaria térmica, Art 4.1.10 de la O.G.U.C

## METODOLOGÍA

Recopilación de datos en sitio web oficiales que nos permita obtener información tales como normativas (página web de la biblioteca del congreso nacional de chile) y soluciones de acondicionamiento térmico (página web de planes de descontaminación atmosférica). Se realizó Tomas de mediciones de temperatura, Humedad y material particulado entre el 14-10-2023 hasta 16-10-2023 hasta las 11:45:32. Posteriormente Realización de cálculos térmico según Nch 853 en los muros, techumbre, piso y ventana lo cual nos permita realizar un análisis adecuado para saber si vivienda cumple con la actual normativa. Entregar la solución más adecuada de acondicionamiento térmico y evaluando económicamente la solución .

Especificaciones técnica de cada equipo para las mediciones de temperatura humedad y material particulado:

- 1- Termohigrómetro HOB0 mx co2 logger:



*Imagen 5: termohigrómetro*

*Fuente: imagen web*

### **Sensor de temperatura**

Rango: 0° a 50°C (32° a 122°F)

Exactitud:  $\pm 0,21^{\circ}\text{C}$  de 0° a 50°C ( $\pm 0,38^{\circ}\text{F}$  de 32° a 122°F)

Resolución: 0,024°C a 25°C ( 0,04 °F a 77 °F)

Deriva:  $<0,1^{\circ}\text{C}$  por año (0,18°F por año)

### **Sensor de humedad relativa**

Rango: 1% a 90% RH (sin condensación)

Exactitud:  $\pm 2\%$  del 20 % al 80 % típico hasta un máximo de  $\pm 4,5\%$  incluida la histéresis a 25 °C (77 °F); por debajo del 20% y por encima del 80%  $\pm 6\%$  típico

Resolución: 0,01%

Deriva:  $<1\%$  por año típico

### **Sensor de CO2**

Rango: 0 a 5000 ppm

Exactitud:  $\pm 50$  ppm  $\pm 5\%$  de la lectura a 25 °C (77 °F), menos del 90 % de humedad relativa (sin condensación) y 1013 mbar

Tiempo de calentamiento: 15 segundos

Calibración: Automático o manual a 400 ppm

No linealidad:  $<1\%$  de FS

Dependencia de la presión: 0,13% de la lectura por mm Hg

Rango de presión de funcionamiento: 950 a 1050 mbar

Rango de presión compensada: -305 a 5.486 m: -1.000 a 18.000 pies

## 2- Medidor de material particulado PCE-PCO 2



*Imagen 6: Medidor PCE-PCO2*

*Fuente: imagen web*

### **Concentración másica**

Grosor partículas: PM<sub>2,5</sub> / PM<sub>10</sub>

Rango de concentración másica: 0 ... 2000 µg/m<sup>3</sup>

Resolución: 1 µg/m<sup>3</sup>

### **Contador de partículas**

Tamaño partículas: 0,3 / 0,5 / 1,0 / 2,5 / 5,0 / 10 µm

Flujo de muestreo: 2,83 l/min

Error de coincidencia: <5 % con 2.000.000 partículas por ft<sup>3</sup>

Eficiencia en el conteo :50 % con 0,3 µm; 100 % en grosores de partículas > 0,45 µm

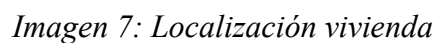
Memoria: 5000 registro de datos (tarjeta microSD)

Tipos de conteo: Acumulativo, diferencial, concentración.

**CAPITULO I: Caracterizar el entorno bioclimático de la vivienda ubicada de la comuna de**  
**Lota**

La vivienda en cual se realizará el estudio está ubicada en la calle los alerce n° 60, población benjamín esquella, comuna de Lota, región del Biobío, a 34 km de la ciudad de Concepción. Esta se encuentra en una zona de clima marítimo donde el viento sopla constantemente y con lluvias infernales lo cual provoca inviernos largos.

Los aspectos por considerar en relación con el entorno bioclimático de la vivienda son; el asolamiento y la predominación de los vientos teniendo en cuenta que el acceso de la vivienda se encuentra en el lado Oeste.



15

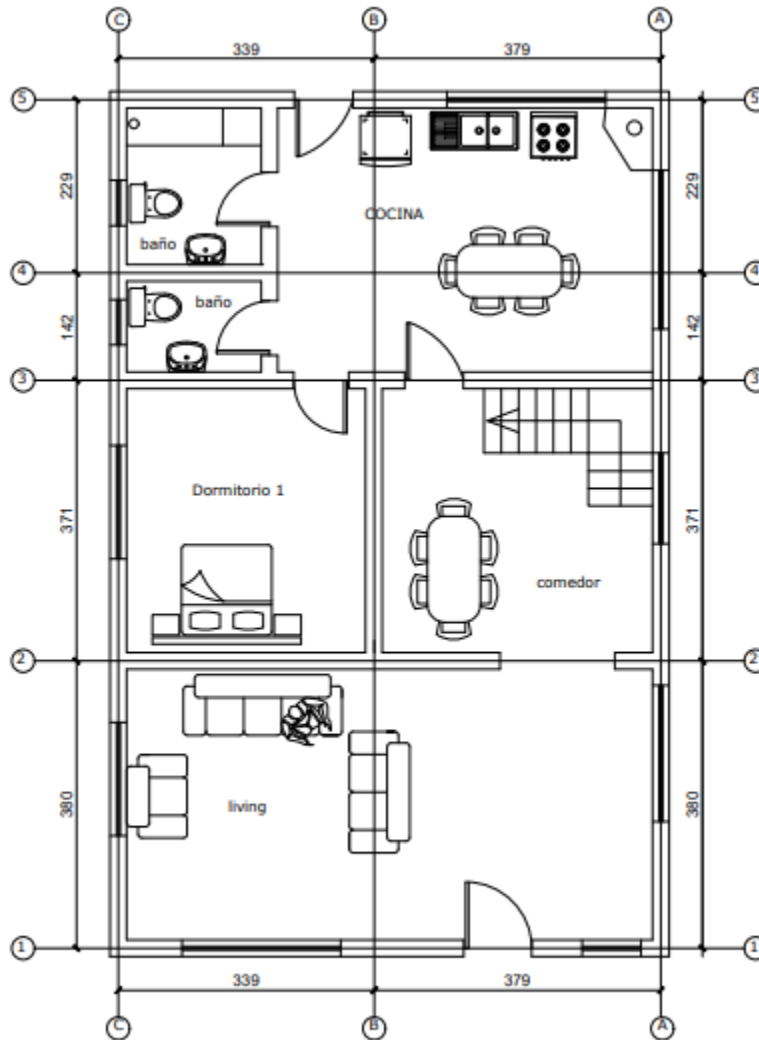


*Imagen 8: Planta arquitectura primer piso*

*Fuente: Elaboración propia*

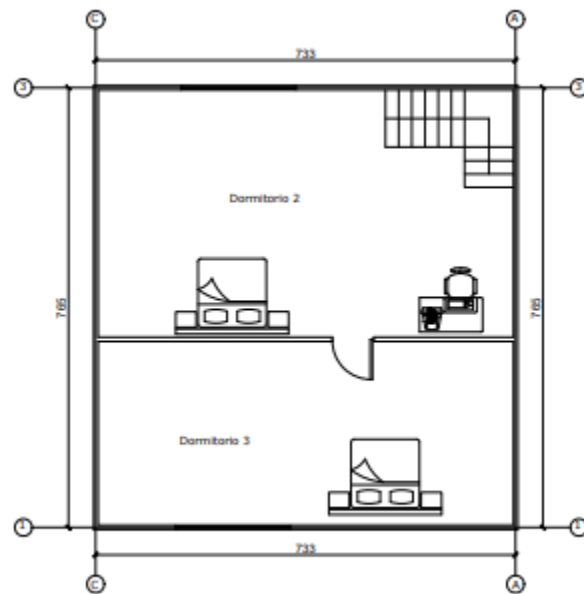


*Imagen 9: Planta arquitectura segundo piso*

*Fuente: Elaboración propia*

## CLIMA PROMEDIO EN LA COMUNA DE LOTA

En Lota, los veranos son cómodos, secos y mayormente despejados y los inviernos son largos, fríos, mojados y parcialmente nublados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 6 °C a 24 °C y rara vez baja a menos de 1 °C o sube a más de 27 °C.

La temporada templada dura 3,3 meses, del 10 de diciembre al 19 de marzo, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 22 °C. El mes más cálido del año en Lota es enero, con una temperatura máxima promedio de 24 °C y mínima de 12 °C.

La temporada fresca dura 3,7 meses, del 20 de mayo al 11 de septiembre, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 15 °C. El mes más frío del año en Lota es julio, con una temperatura mínima promedio de 6 °C y máxima de 13 °C. (WeatherSpark, sitio web meteorológico)

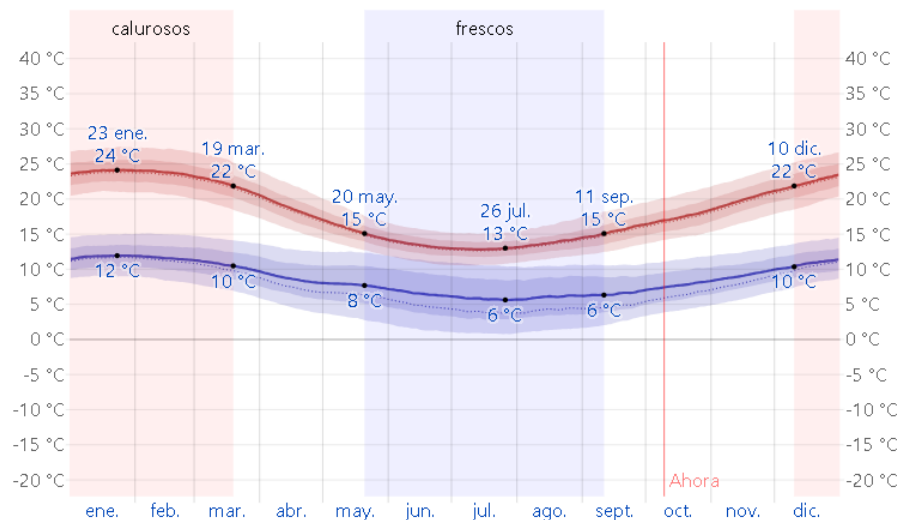


*Gráfico 2: promedio de temperatura en Lota*

*Fuente: WeatherSpark, sitio web meteorológico*

Datos históricos desde el 2015 hasta el 2023. La línea roja se aprecia la temperatura máxima y la línea azul la temperatura mínima de la comuna de Lota. Según los datos obtenidos se aprecia que la temporada de invierno está por debajo de la temperatura de confort (19°C a 22°C) según el Manual de Reacondicionamiento térmico.

## ASOLEAMIENTO

El asoleamiento es la ganancia de calor a través del ingreso del sol en ambientes interiores y espacio exteriores con el fin de poder alcanzar el confort higrotérmico el cual es el estado en que las personas puedan tener una satisfacción ambiental sin tener la necesidad de poder realizar un cambio en la temperatura.

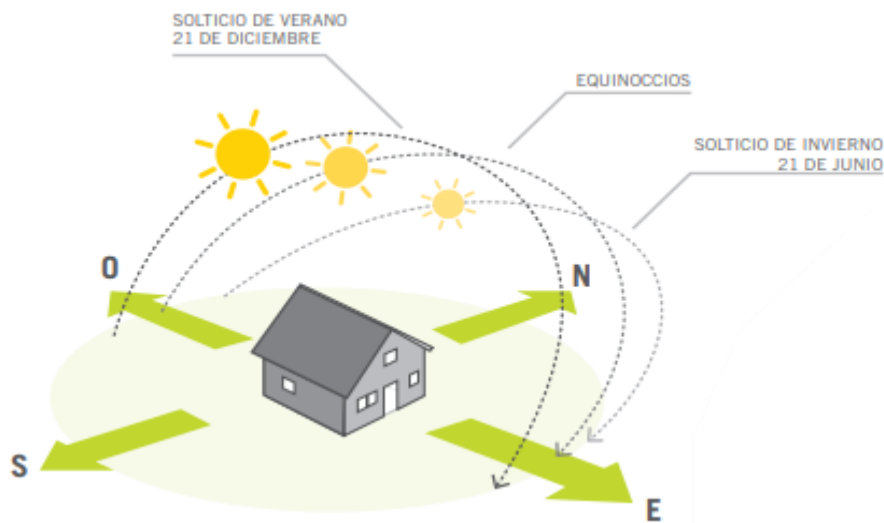


*Imagen 10: Trayectoria del sol respecto de la superficie horizontal terrestre*

*Fuente: Estándares para la construcción sustentable para la viviendas en Chile*

Se realiza un estudio de asoleamiento a la vivienda con el fin de poder determinar cuáles son los lugares que el sol alcanza en la vivienda con la finalidad de poder aprovechar lo máximo posible la ganancia de calor para mejorar térmicamente la vivienda principalmente en la época de invierno.

El estudio se realizó a través de un software lo cual nos permitió analizar la ruta del sol durante todo el año el cual nos indica la posición por fecha y hora en la cual se requiere poder obtener datos.

Se analizo el asoleamiento en la vivienda en tres fechas, en marzo durante el equinoccio, en junio durante el solsticio de invierno y en diciembre en el solsticio de verano durante las 9 am, 12 pm y 15 pm.

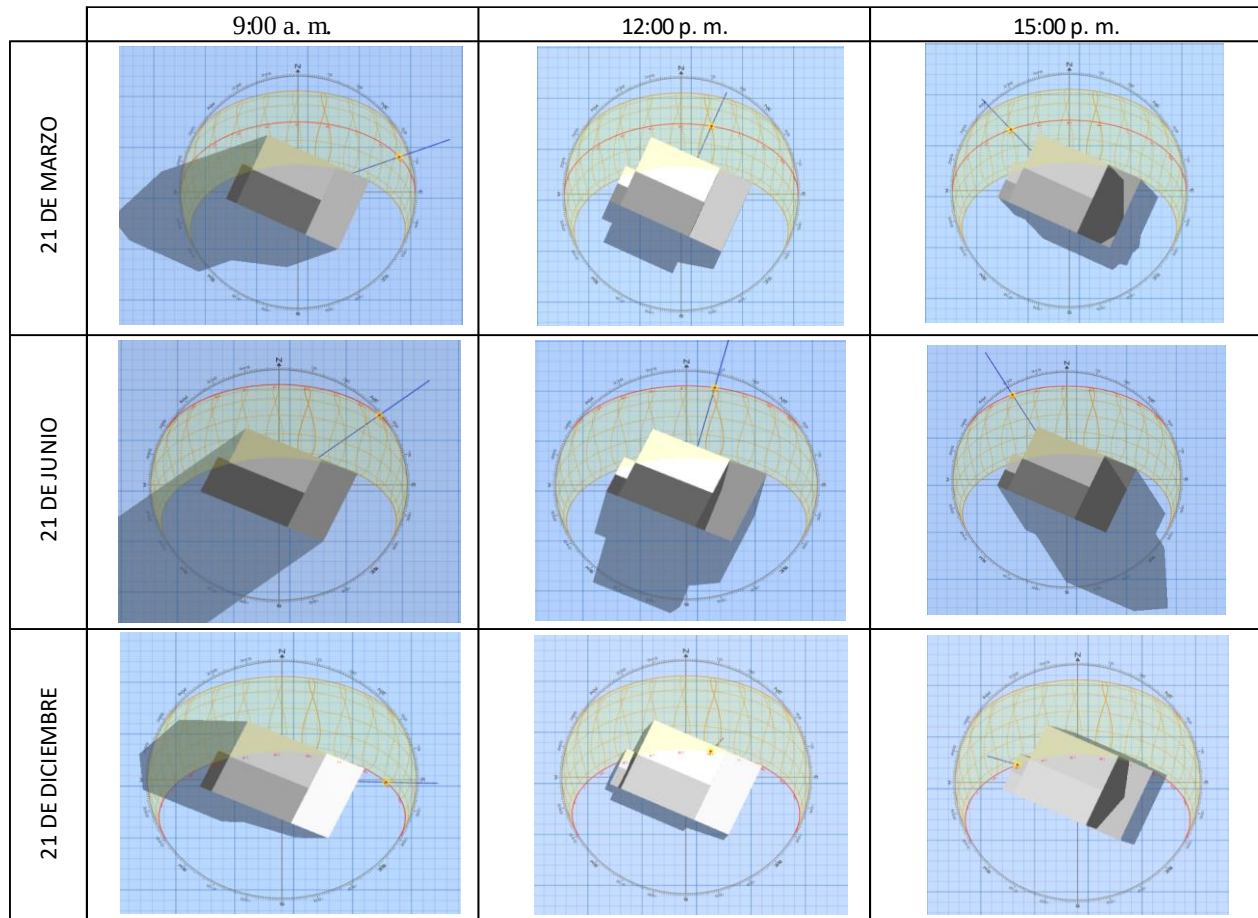


*Imagen 11: recorrido del sol*

*Fuente: elaboración propia.*

Gracias a los datos obtenidos por el software de la ruta del sol se llega a la conclusión que en los tres periodos marzo, junio, diciembre a las 9:00 am el sol se encuentra en el lado noreste cual es un aporte de ganancia de calor para los baños y a medida que transcurre el tiempo se va acercando más al noroeste por lo beneficiaria a los dormitorios y living. Los lugares que los rayos del sol no alcanzan a llegar en el lado suroeste y sureste por lo que no se puede aprovechar dicha energía.

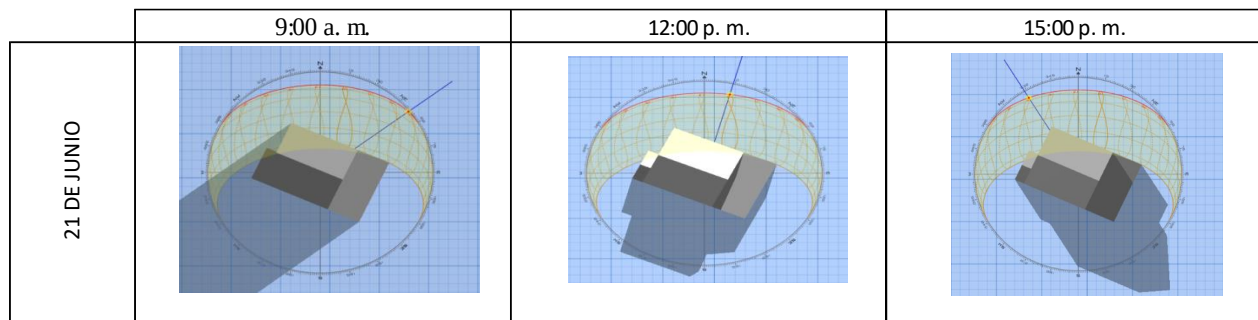


*Imagen 12: recorrido del sol en invierno*

*Fuente: elaboración propia*

Enfocándonos en la época de invierno el sol a las 9 am se encuentra en el azimut solar de  $70.73^\circ$  mi entras que en la altura es de  $23.41^\circ$  a medida que transcurre el tiempo ya a las 15 pm el azimut es de  $-34.31^\circ$  y una altura de  $47.40^\circ$ .

En conclusión, el asolamiento en la época de invierno el sol aparece a las 8 am y su altura máxima es a las 13:00 pm y comienza a esconderse a las 18:00pm.El calor del sol llega solo en el lado noreste por lo que la energía caloría llegaría solo a los baños, dormitorios y living.

## ANÁLISIS DE PREDOMINANCIA DE VIENTOS

Se realizó un análisis de predominancia de vientos con el fin de poder determinar la dirección del viento en el año con el fin de poder determinar el flujo de aire de la vivienda para poder determinar si hay una buena ventilación en la vivienda debido a que esto nos permitirá definir si existe una buena capacidad de poder expulsar diferentes materiales particulados.

Para la determinación de los vientos predominantes se utilizó el sistema de evaluación del recurso eólico, de acuerdo con la ubicación de la vivienda y la altura en la que pasa el viento (78 metros)

Rosa de viento para el año completo.

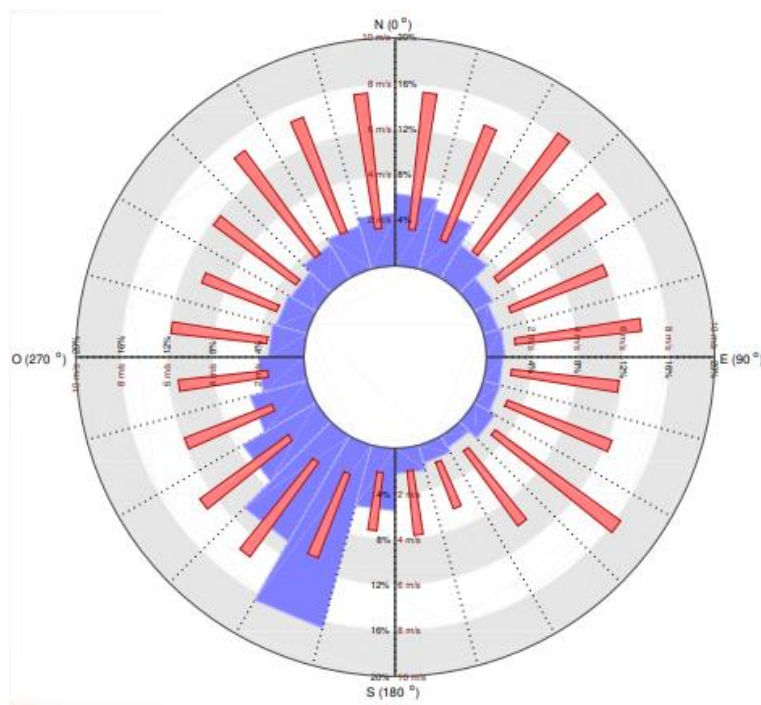
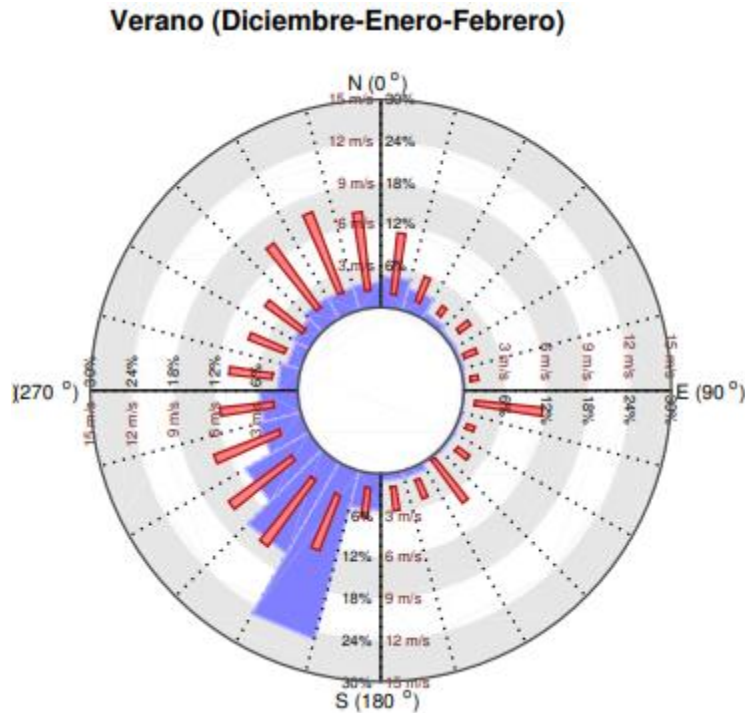


*Imagen 13: rosa de viento año completo*

*Fuente: walker.dgf.uchile.cl*

Rosa de viento para época de verano (diciembre – enero – febrero )



Rosa de viento para época de otoño (marzo – abril –mayo)

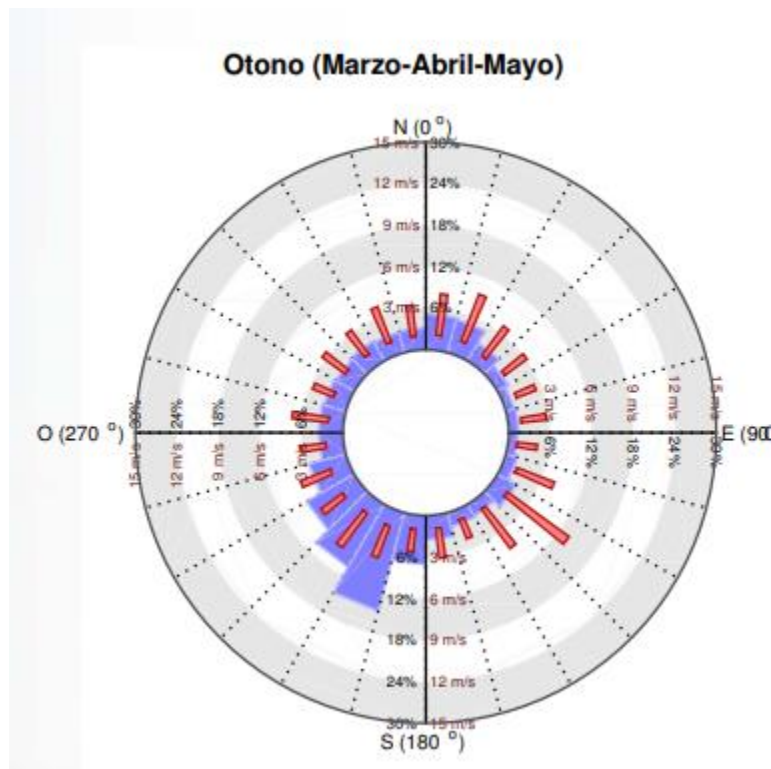


*Imagen 15: rosa de viento otoño*

*Fuente: walker.dgf.uchile.cl*

El rosario de viento nos indica que el viento proviene generalmente del suroeste y que su velocidad más alta es de casi 7 m/s todo esto a una altura de 78 metros.

Rosa de viento para época de invierno (junio – julio – agosto )

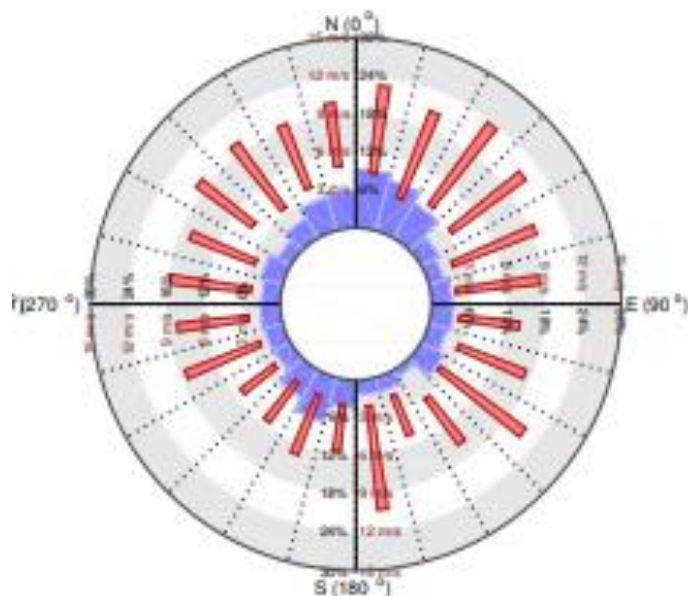


*Imagen 16: rosa de viento invierno*

*Fuente: [walker.dgf.uchile.cl](http://walker.dgf.uchile.cl)*

El rosario de viento nos indica que el viento proviene generalmente del noroeste y que su velocidad más alta es de casi 12 m/s todo esto a una altura de 78 metros.

Rosa de viento para época de primavera (septiembre –octubre –noviembre)

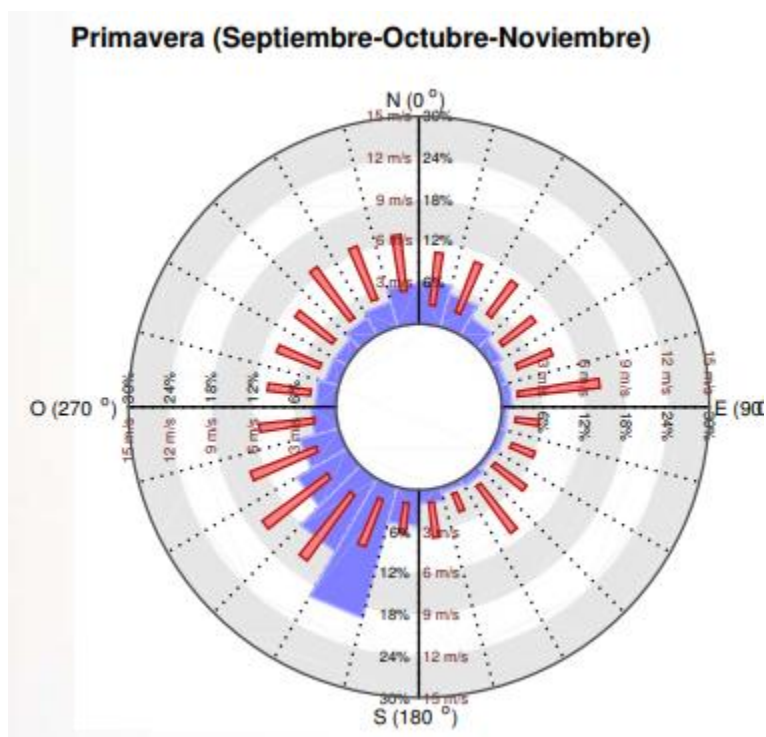


*Imagen 17: rosa de viento primavera*

*Fuente: walker.dgf.uchile.cl*

El rosario de viento nos indica que el viento proviene generalmente del suroeste y que su velocidad más alta es de casi 7 m/s todo esto a una altura de 78 metros.

## VENTILACIÓN

Se realizó un estudio con el programa optivent el cual nos permite calcular el flujo de aire en las habitaciones de la vivienda permitiéndonos ver si estos cumplen o no cumplen con la ventilación requerida.

El programa tiene la característica que solo se deben ingresar ciertos datos tales como la dimensión de la habitación, el tamaño de la ventana, su ubicación, etc. Al ingresar los datos nos entregará un gráfico el cual nos determina la ventilación mínima del área y si esta cumple o no con lo establecido.

Las áreas analizadas fueron. Para el primer nivel living, comedor, cocina y primer dormitorio. En el caso del segundo nivel se estudió el 2 y 3 dormitorio.

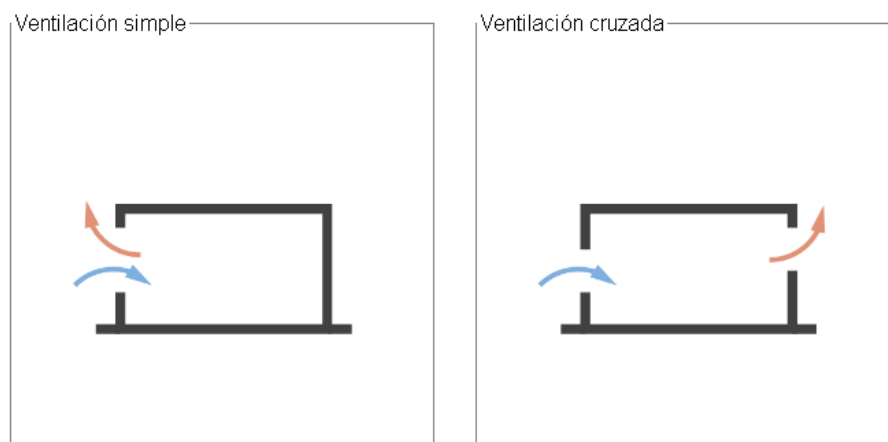


*Imagen 18: tipo de ventilación*

*Fuente: optivent.tool*

## Living

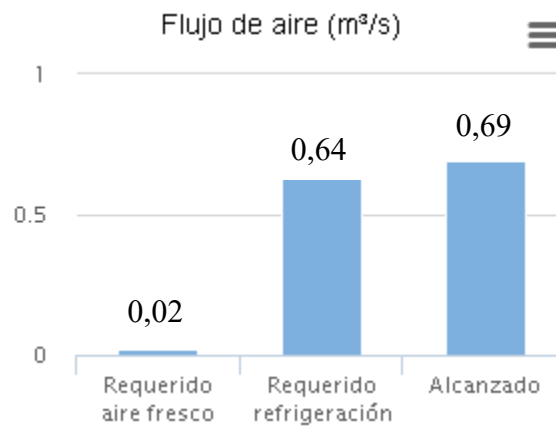


*Gráfico 3: flujo de aire living*

*Fuente: elaboración propia*

## Comedor

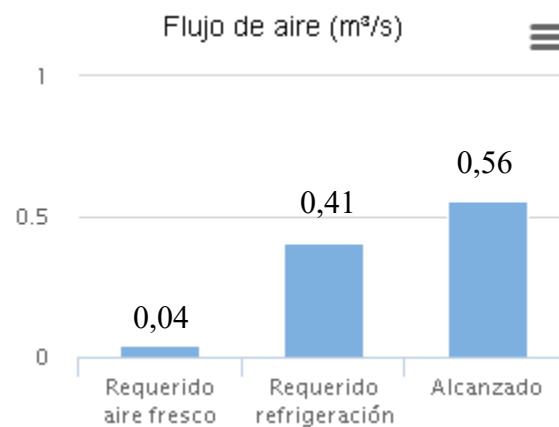


*Gráfico 4: flujo de aire comedor*

*Fuente: elaboración propia*

## Cocina

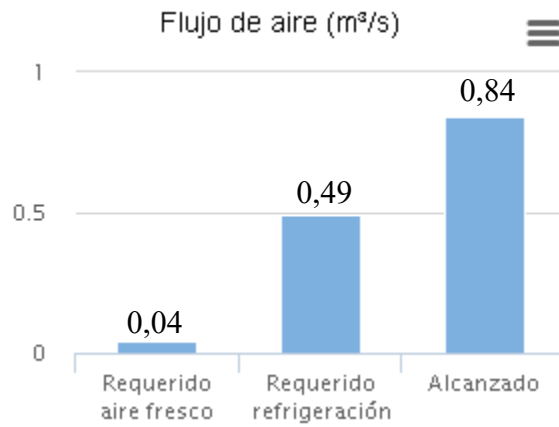


*Gráfico 5: flujo de aire cocina*

*Fuente: elaboración propia*

## Dormitorio 1

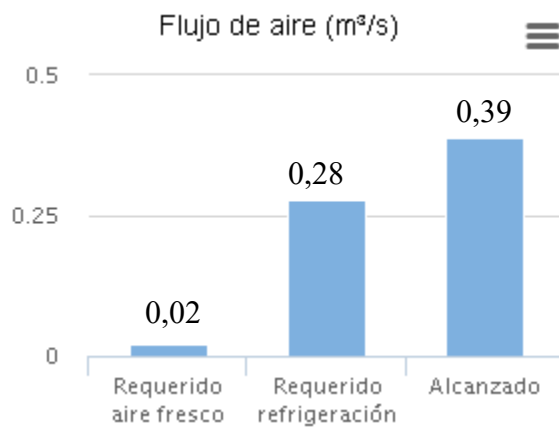


*Gráfico 6: flujo de aire dormitorio 1*

*Fuente: elaboración propia*

## Dormitorio 2

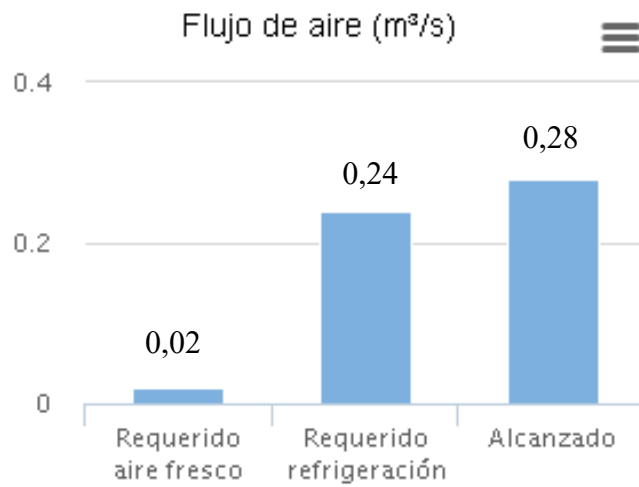


*Gráfico 7: flujo de aire dormitorio 2*

*Fuente: elaboración propia*

## Dormitorio 3

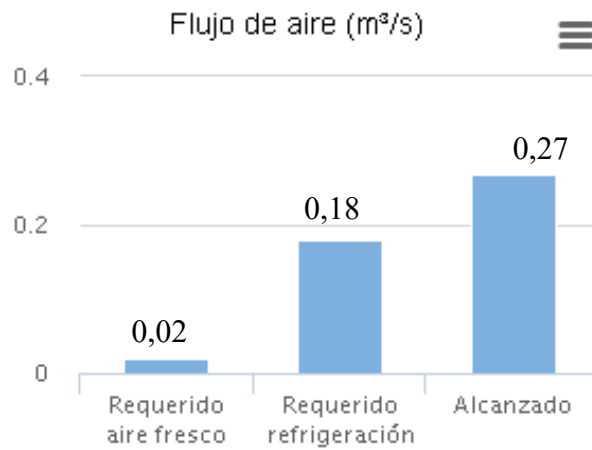


*Gráfico 8: flujo de aire dormitorio 3*

*Fuente: elaboración propia*

Gracias a los gráficos de flujo de aire se determinó de que cada habitación supera el aire requerido por lo cual se llega a la conclusión de que toda la vivienda se encuentra bien ventiladas en alguno supera con creces, pero esto no resulta en ningún inconveniente al contrario es más beneficioso ya que el Ministerio de Vivienda y Urbanismo establece que al tener una buena ventilación las partículas del material particulado que se generan en la vivienda se podrán disolver mejor.

**CAPITULO II : Diagnosticar las condiciones ambientales y constructivas de la vivienda en estudio.**

## Condiciones ambientales de la vivienda

Para poder evaluar las condiciones ambientales en que se encuentra actualmente la vivienda se debió utilizar 2 equipos el cual uno es termohigrómetro de la marca HOBO mx co2 logger, el cual nos permite tomar datos como la temperatura, humedad relativa. El 2 equipo es el medidor de material particulado PCE-PCO 2 que está diseñado para medir partículas tales como el material particulado PM 2,5.



*Imagen 19: termohigrómetro y Medidor PCE-PCO2*

*Fuente: imagen web*

## Estudio de mediciones de material particulado

En la vivienda se utiliza una cocina a leña como método de calefacción, esta se ocupa con regularidad debido a que sin ella no se alcanza el nivel de confort térmico óptimo. Sin embargo, la leña según el Plan de prevención y descontaminación atmosférica para la comuna de Concepción metropolitana, es uno de los que más emiten material particulado (Mp 2,5). Es por lo mencionado anteriormente que se realizaron mediciones para poder determinar si los niveles de Mp2,5 están dentro de lo permitido por la normativa .

El Plan de prevención y descontaminación atmosférica para la comuna de Concepción metropolitana establece que las mediciones se deben realizar al promedio de los valores efectivamente medidos de concentración en la estación monitorea en 24 horas consecutivas.

Las mediciones se realizaron en dos días en el día 1 ( 14-10-2023 desde las 11:45:32) se optó por no encender la cocina a leña con el fin de determinar cuánto es el aumento de este material cuando esta prendida y en el día dos ( 15-10-2023 11:45:32) se encendió entre las 17:45:32 hasta las 0:45:32 (dejando que esta se apagara lentamente)



*Imagen 20: cocina a leña*

*Fuente Elaboración propia*

## Protocolo de medición de parámetros ambientales

| PROTOCOLO DE MEDICION DE PARAMETROS AMBIENTALES |                            |                     |              |                      |              |        |                               |
|-------------------------------------------------|----------------------------|---------------------|--------------|----------------------|--------------|--------|-------------------------------|
| Tipo de medición                                | HR                         | Mp 2,5              | T° INTERIOR  |                      | Mp 10        |        | Mp 2,5                        |
| Recinto                                         |                            | Fecha               | 14-10-2023   | Zona Climática       | mediterraneo |        |                               |
| Tipo de Edificación                             | vivienda                   |                     |              |                      | Superficie   | 15,84  | m2                            |
| Ubicación                                       | calle los alerce # 60 Lota |                     |              |                      | Altura       | 2,3    | m                             |
| Horario ocupación                               | 17:00 Hasta las 1 am       |                     |              |                      |              |        |                               |
| Actividad                                       | residencial                |                     |              |                      | Volumen      | 36,432 | m3                            |
| N° de Personas                                  | 4                          | Periodo de medición |              | Periodo de ocupación |              |        |                               |
| Recinto a Evaluar                               | cocina                     | x                   |              |                      |              |        |                               |
| N°                                              | Fecha                      | Hora                | T°C Interior | HR %                 | Mp 2,5       | Mp 10  | Observaciones                 |
| 1                                               | 14-10-2023                 | 11:45               | 18,75        | 56,836               | 11           | 3      | sin utilizar la cosina a leña |
| 2                                               |                            | 12:45               | 16,49        | 53,955               | 8            | 4      |                               |
| 3                                               |                            | 13:45               | 16,72        | 55,542               | 6            | 2      |                               |
| 4                                               |                            | 14:45               | 17,84        | 55,420               | 7            | 3      |                               |
| 5                                               |                            | 15:45               | 18,20        | 56,079               | 8            | 4      |                               |
| 6                                               |                            | 16:45               | 18,68        | 57,764               | 0            | 1      |                               |
| 7                                               |                            | 17:45               | 18,70        | 57,837               | 0            | 0      |                               |
| 8                                               |                            | 18:45               | 18,46        | 57,178               | 7            | 2      |                               |
| 9                                               |                            | 19:45               | 17,72        | 56,738               | 7            | 3      |                               |
| 10                                              |                            | 20:45               | 16,68        | 58,325               | 10           | 4      |                               |
| 11                                              |                            | 21:45               | 16,11        | 60,474               | 6            | 2      |                               |
| 12                                              |                            | 22:45               | 15,44        | 61,328               | 3            | 1      |                               |
| 13                                              |                            | 23:45               | 14,89        | 62,476               | 3            | 1      |                               |
| 14                                              | 15-10-2023                 | 0:45                | 14,51        | 63,208               | 4            | 3      | sin utilizar la cosina a leña |
| 15                                              |                            | 1:45                | 13,98        | 63,452               | 3            | 0      |                               |
| 16                                              |                            | 2:45                | 13,62        | 64,160               | 2            | 0      |                               |
| 17                                              |                            | 3:45                | 13,31        | 64,160               | 1            | 2      |                               |
| 18                                              |                            | 4:45                | 12,82        | 64,502               | 0            | 0      |                               |
| 19                                              |                            | 5:45                | 12,70        | 65,625               | 0            | 0      |                               |
| 20                                              |                            | 6:45                | 12,39        | 65,283               | 0            | 0      |                               |
| 21                                              |                            | 7:45                | 12,03        | 65,552               | 5            | 1      |                               |
| 22                                              |                            | 8:45                | 12,24        | 66,455               | 6            | 4      |                               |
| 23                                              |                            | 9:45                | 12,85        | 65,137               | 5            | 2      |                               |
| 24                                              |                            | 10:45               | 13,71        | 64,404               | 6            | 2      |                               |
| 25                                              |                            | 11:45               | 14,82        | 62,964               | 4            | 3      |                               |

Tabla 2: Protocolo de medición de parámetros ambientales

| PROTOCOLO DE MEDICION DE PARAMETROS AMBIENTALES |            |        |                            |            |                      |        |                                                                 |
|-------------------------------------------------|------------|--------|----------------------------|------------|----------------------|--------|-----------------------------------------------------------------|
| Tipo de medición                                | HR         | Mp 2,5 | T° INTERIOR                |            | Mp 10                |        | Mp 2,5                                                          |
| Recinto                                         |            |        | Fecha                      | 14-10-2023 | Zona Climatica       |        | mediterraneo                                                    |
| Tipo de Edificación                             |            |        | vivienda                   |            | Superficie           | 15,84  | m2                                                              |
| Ubicación                                       |            |        | calle los alerce # 60 Lota |            | Altura               | 2,3    | m                                                               |
| Horario ocupación                               |            |        | 17:00 Hasta las 1 am       |            |                      |        |                                                                 |
| Actividad                                       |            |        | residencial                |            | Volumen              | 36,432 | m3                                                              |
| N° de Personas                                  | 4          |        | Periodo de medición        |            | Periodo de ocupación |        |                                                                 |
| Recinto a Evaluar                               | cocina     | x      |                            |            |                      |        |                                                                 |
| N°                                              | Fecha      | Hora   | T°C Interior               | HR %       | Mp 2,5               | Mp 10  | Observaciones                                                   |
| 1                                               | 15-10-2023 | 11:45  | 14,82                      | 63,0       | 4                    | 3      | sin utilizar la cosina a leña                                   |
| 2                                               |            | 12:45  | 15,49                      | 61,6       | 2                    | 0      |                                                                 |
| 3                                               |            | 13:45  | 16,30                      | 60,7       | 8                    | 2      |                                                                 |
| 4                                               |            | 14:45  | 17,01                      | 58,5       | 6                    | 0      |                                                                 |
| 5                                               |            | 15:45  | 17,34                      | 57,3       | 4                    | 1      |                                                                 |
| 6                                               |            | 16:45  | 17,96                      | 56,5       | 5                    | 3      |                                                                 |
| 7                                               |            | 17:45  | 17,99                      | 55,3       | 10                   | 4      |                                                                 |
| 8                                               |            | 18:45  | 19,44                      | 54,9       | 80                   | 8      |                                                                 |
| 9                                               |            | 19:45  | 20,96                      | 56,5       | 75                   | 5      |                                                                 |
| 10                                              |            | 20:45  | 22,15                      | 56,7       | 90                   | 9      |                                                                 |
| 11                                              |            | 21:45  | 22,34                      | 58,1       | 83                   | 7      |                                                                 |
| 12                                              |            | 22:45  | 23,03                      | 55,0       | 88                   | 7      |                                                                 |
| 13                                              |            | 23:45  | 22,99                      | 57,5       | 92                   | 5      |                                                                 |
| 14                                              | 16-10-2023 | 0:45   | 21,83                      | 61,7       | 87                   | 6      | se utiliza la cosina a leña desde las 18:45 hasta las 1:20 am . |
| 15                                              |            | 1:45   | 19,55                      | 62,5       | 70                   | 5      |                                                                 |
| 16                                              |            | 2:45   | 18,06                      | 63,0       | 65                   | 4      |                                                                 |
| 17                                              |            | 3:45   | 17,02                      | 63,1       | 44                   | 4      |                                                                 |
| 18                                              |            | 4:45   | 17,41                      | 64,0       | 20                   | 3      |                                                                 |
| 19                                              |            | 5:45   | 17,00                      | 64,5       | 21                   | 3      |                                                                 |
| 20                                              |            | 6:45   | 16,78                      | 64,4       | 12                   | 1      |                                                                 |
| 21                                              |            | 7:45   | 15,49                      | 65,2       | 8                    | 2      |                                                                 |
| 22                                              |            | 8:45   | 14,52                      | 65,9       | 8                    | 0      |                                                                 |
| 23                                              |            | 9:45   | 14,34                      | 65,6       | 9                    | 1      |                                                                 |
| 24                                              |            | 10:45  | 14,27                      | 66,0       | 10                   | 0      |                                                                 |
| 25                                              |            | 11:45  | 15,46                      | 64,4       | 5                    | 1      |                                                                 |

Tabla 3: Protocolo de medición de parámetros ambientales

## Gráfico de temperatura día 1

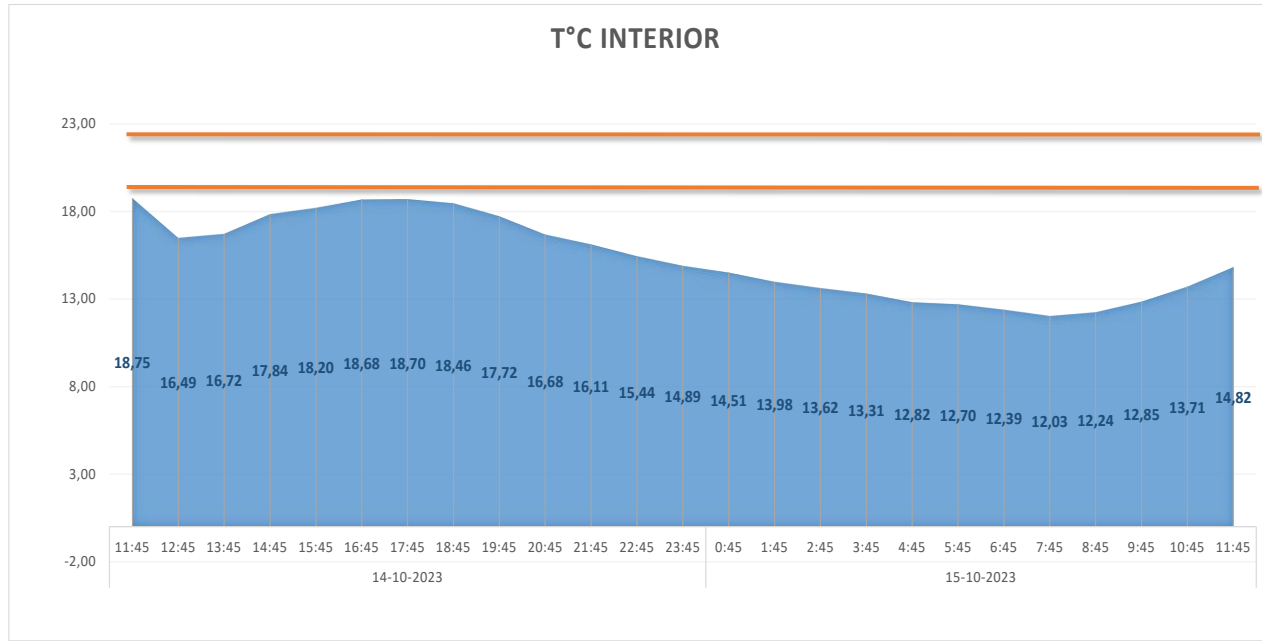


*Gráfico 9: Rangos de temperatura interior, cocina.*

El gráfico anterior nos muestra la temperatura de la vivienda en que no se ocupó la cocina a leña lo que nos permitió determinar si esta cumple o no con la normativa.

Según la normativa para poder tener un buen confort la temperatura debe de estar entre los 19 °C a 25°C. Como se aprecia en el gráfico la temperatura mas alta fue de 18,75 °C y la mas baja es de 12,03°C por lo que se demuestra que sin la estufa a leña encendida no se podría alcanzar la temperatura.

## Gráfico de material particulado día 1

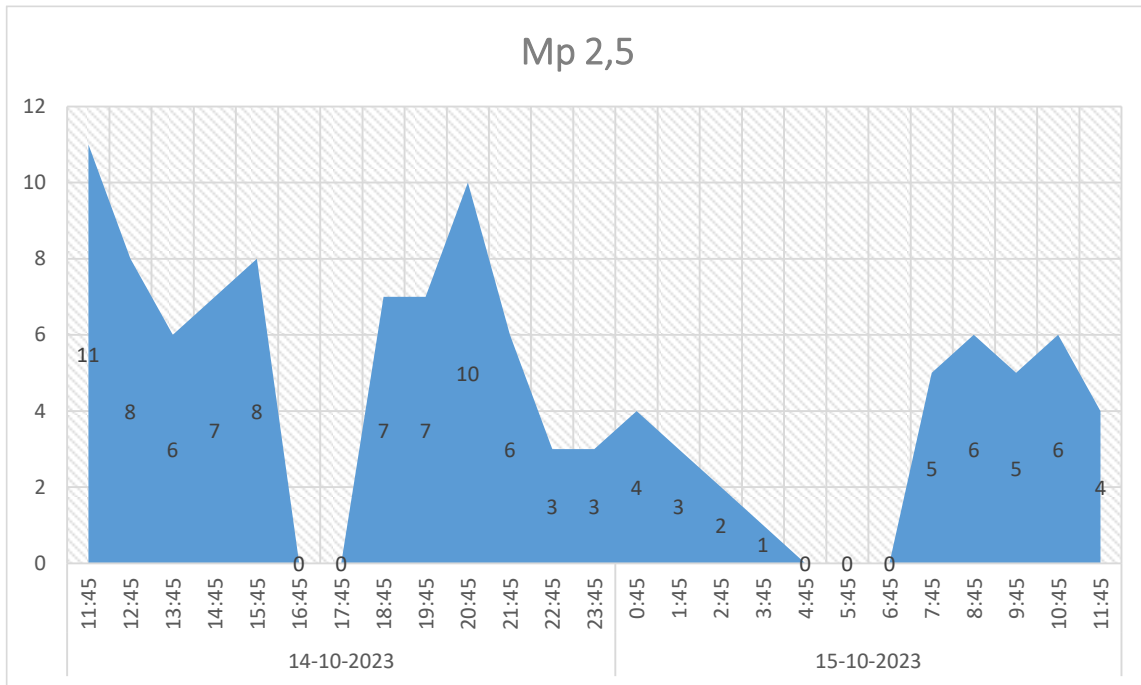


*Gráfico 10: Rangos de MP 2,5, cocina*

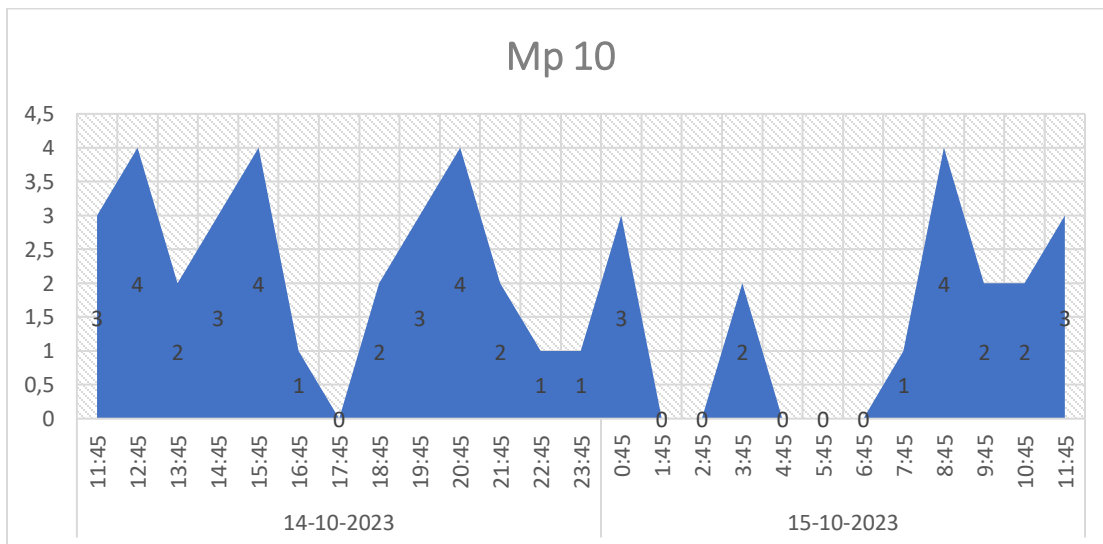


*Gráfico 11: Rangos de MP 10, cocina*

De acuerdo con lo que señalan los gráficos, en el caso del material particulado Mp 2,5 la medida más alta fue de 11  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y la más baja de 0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  durante un periodo de 24 horas. Mientras que en el material particulado Mp 10 la medición más alta fue de 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y la más baja de 0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

En ambas mediciones de material particulado Mp 2,5 y Mp10 cumplen con las normativas debido a que esta nos señala que las emisiones no deben superar los 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en el caso del Mp2,5 y el Mp10 no debe ser superior a las 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ambas en un rango de 24 hora.

### **Gráfico día 2 de temperatura.**

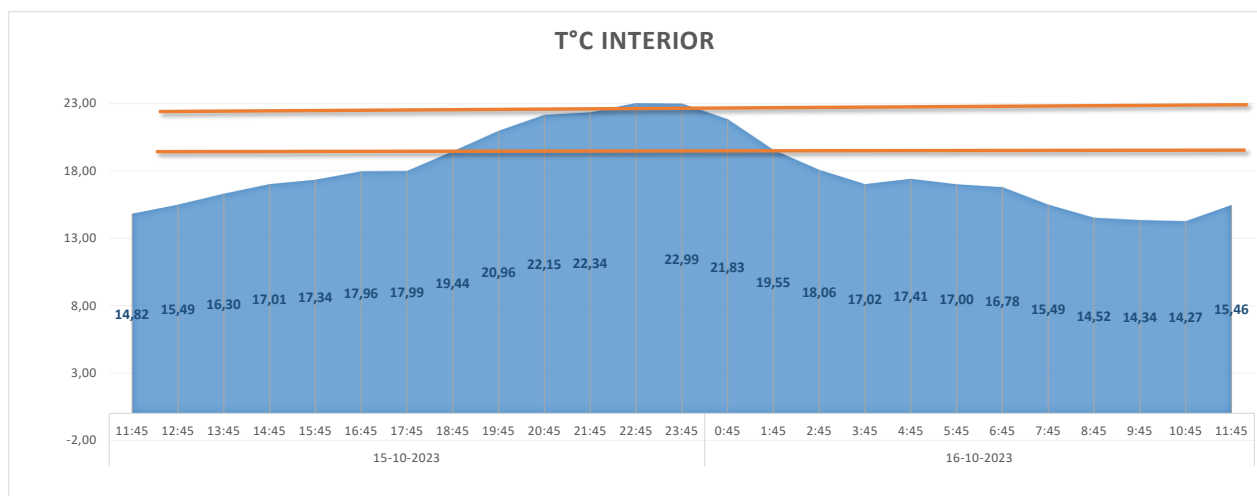


*Gráfico 12: Rangos de temperatura interior, cocina*

El grafico anterior nos muestra la temperatura de la vivienda en que se ocupó la cocina a leña lo que nos permitió determinar cuándo esta está encendida se logra alcanzar el nivel de confort de temperatura (19 °C a 25°C.). la temperatura mínima fue de 14,27 °C (11:45 am) y la más alta fue 22,99 °C (23:45 pm) y en el periodo en que la cocina estaba encendida (18:30 pm hasta las 1:20 am) la temperatura alcanzada oscilaba entre los 19:44 °C hasta los 22:99 °C.

## Gráfico de material particulado día 2

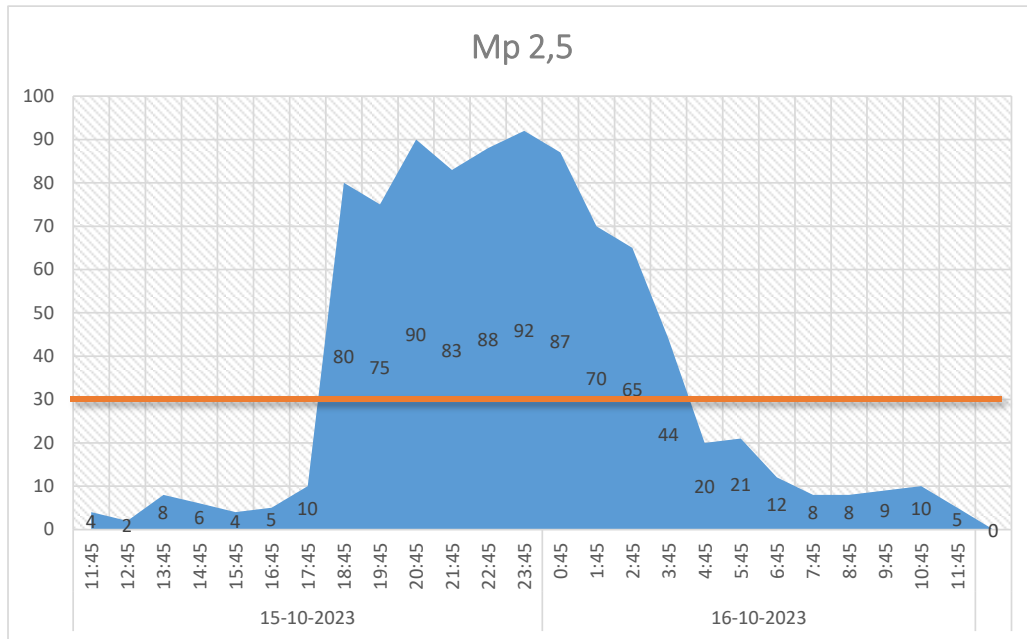


*Gráfico 13: Rangos de MP 2,5, cocina*

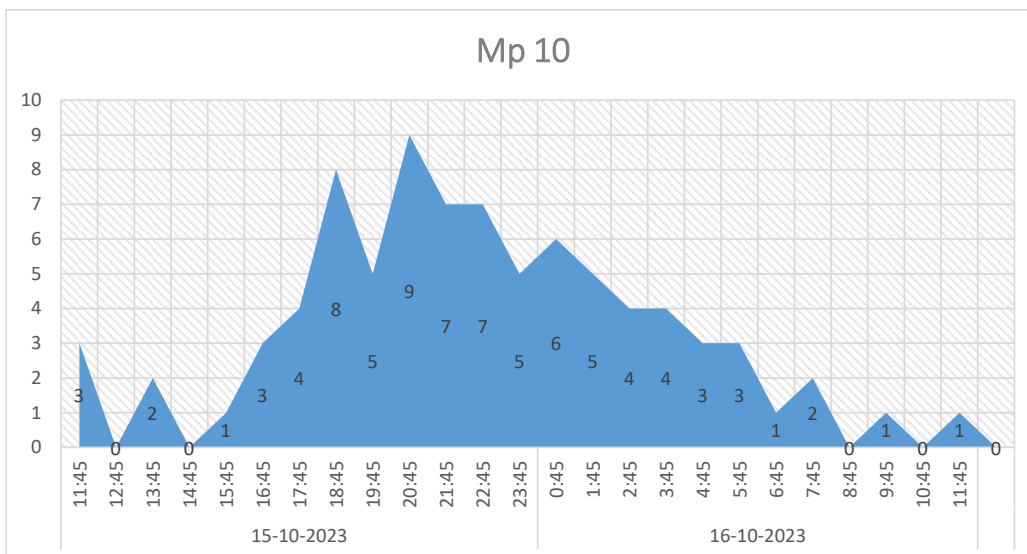


*Gráfico 14: Rangos de MP 10, cocina*

De acuerdo con lo que señalan los gráficos, en el caso del material particulado Mp 2,5 la medida más alta fue de 92  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y la más baja de 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  durante un periodo de 24 horas. Mientras que en el material particulado Mp 10 la medición más alta fue de 9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y la más baja de 0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Solo en las mediciones de material particulado Mp10 cumple con la normativa debido a que esta no fue superior a las 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  mientras que en el caso del Mp12 no cumple debido a que supera los 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  establecidos en el decreto numero 12 articulo 3 del ministerio del medio ambiente.

De acuerdo con el análisis de los gráficos del día 1 y 2 se logró determinar que la utilización de la concina a leña permite poder alcanzar el grado de nivel de confort pero que a las vez no los permite cumplir con los niveles máximo de material particulado Mp 2,5 por lo que esto puede ser muy perjudicial para la salud de los residentes ya que unos de los efectos de tener altos niveles de este material es que puede provocar daños en la salud, tales como enfermedades pulmonares y cardíacas.



*Imagen 21: enfermedades por contaminación en el aire*

*Fuente: imagen web*

## Temperatura y humedad relativa

### T°C Y HR Cocina

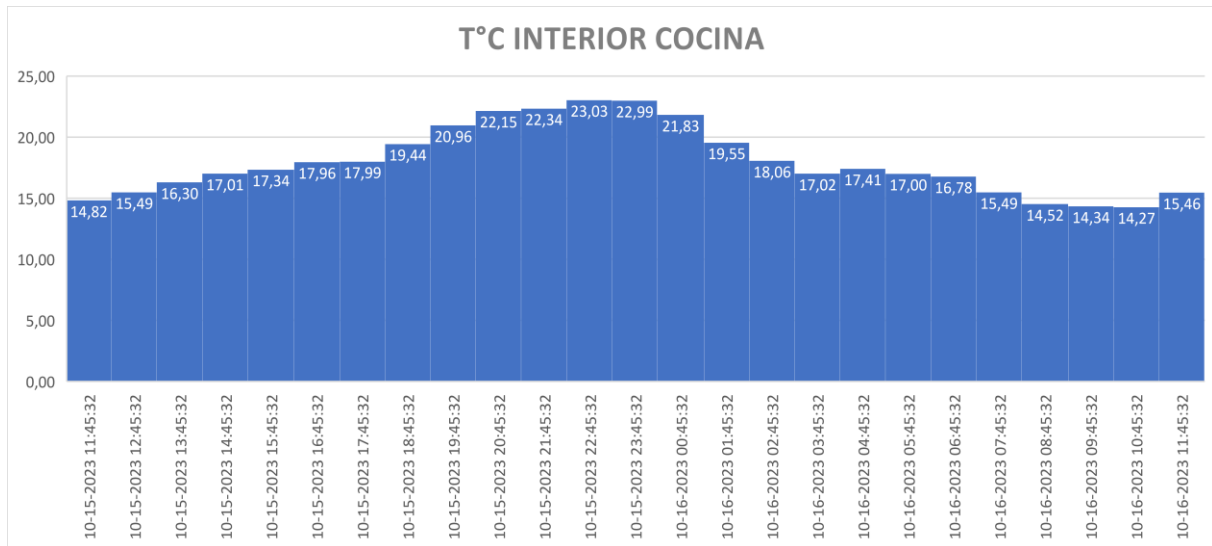


Gráfico 15: Rangos de Temperatura, cocina

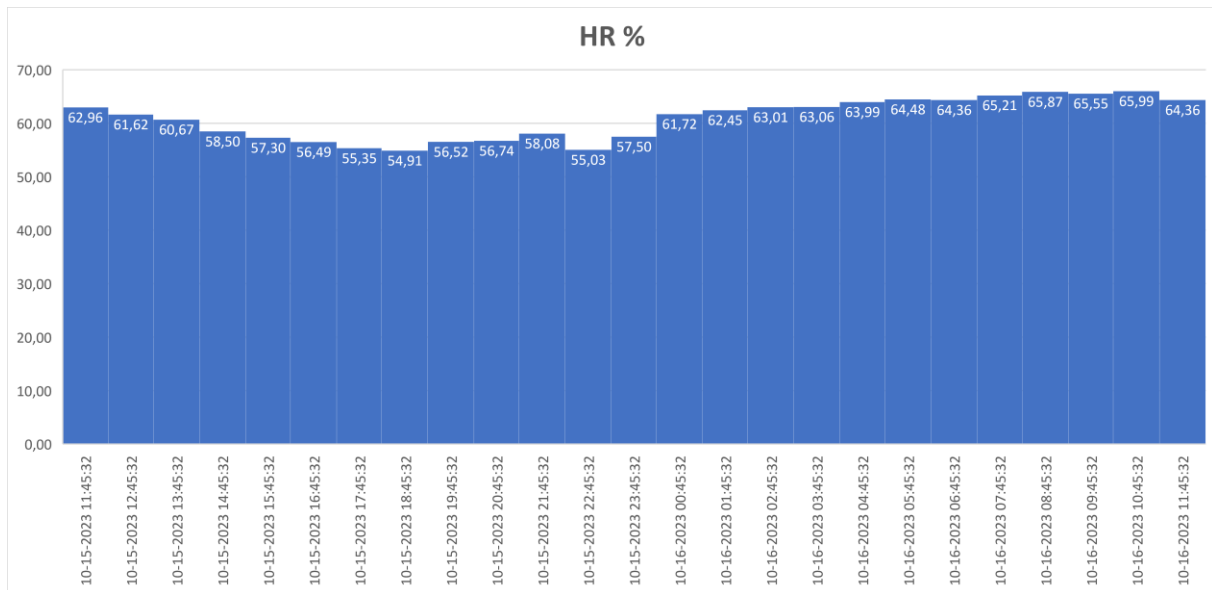


Gráfico 16: Rangos de Humedad, cocina

Los gráficos anteriores muestran los niveles de temperatura y humedad que alcanzo la vivienda en la cocina en un periodo de 24 horas partiendo desde el 15/10/2023 a las 11:45:32 am hasta el 16/10/2023 a las 11:45:32 am.

El grafico de temperatura nos muestra que la temperatura más alta fue de 23,03C° a las 22:45 pm del 15 de octubre del 2023, mientras que la más baja, fue registrada el 16 de octubre a las 10:45:32 am alcanzando una temperatura de 14,27C°.

Las mediciones determino que en gran parte del día y noche no se logra alcanzar el nivel de confort de temperatura optimo (19°C a 25°C). Sin embargo, como se logra apreciar en el grafico durante las 18:45:32 pm del 15 de octubre hasta las 1:45:32 am del 16 de octubre se alcanza el nivel óptimo de confort térmico debido a que en ese instante la cocina a leña se encontraba encendida con esto nos demuestra que para cumplir con la normativa se es necesario el funcionamiento de la cocina a leña.

La humedad relativa es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que contiene el aire y la que necesitaría contener para saturarse a idéntica temperatura (*Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios Públicos*).

El grafico establece que el porcentaje más alto fue de 65,99% a las 10:45:32am del 16 de octubre del 2023, mientras que el más bajo alcanzo un 54,91% a las 18:45:32 pm del 15 de octubre. Las mediciones se estarían cumpliendo ya que el Ministerio de vivienda y urbanismo establece que el rango de humedad relativa óptima para el interior de una vivienda será de 30% a 70%.

## T°C Y HR Habitación 1

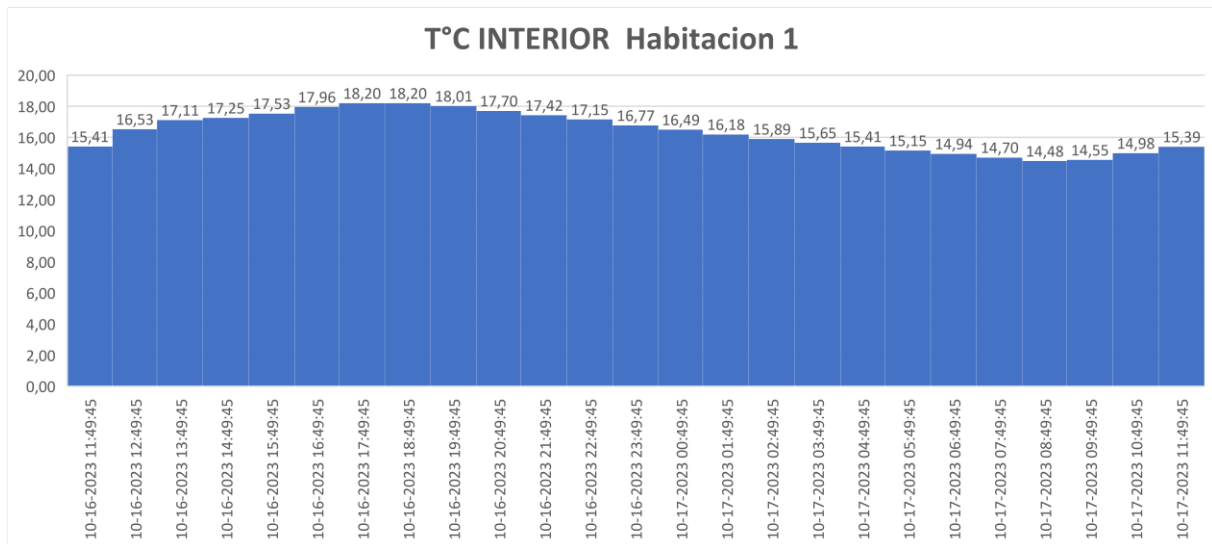


*Gráfico 17: Rangos de Temperatura, Habitación 1*

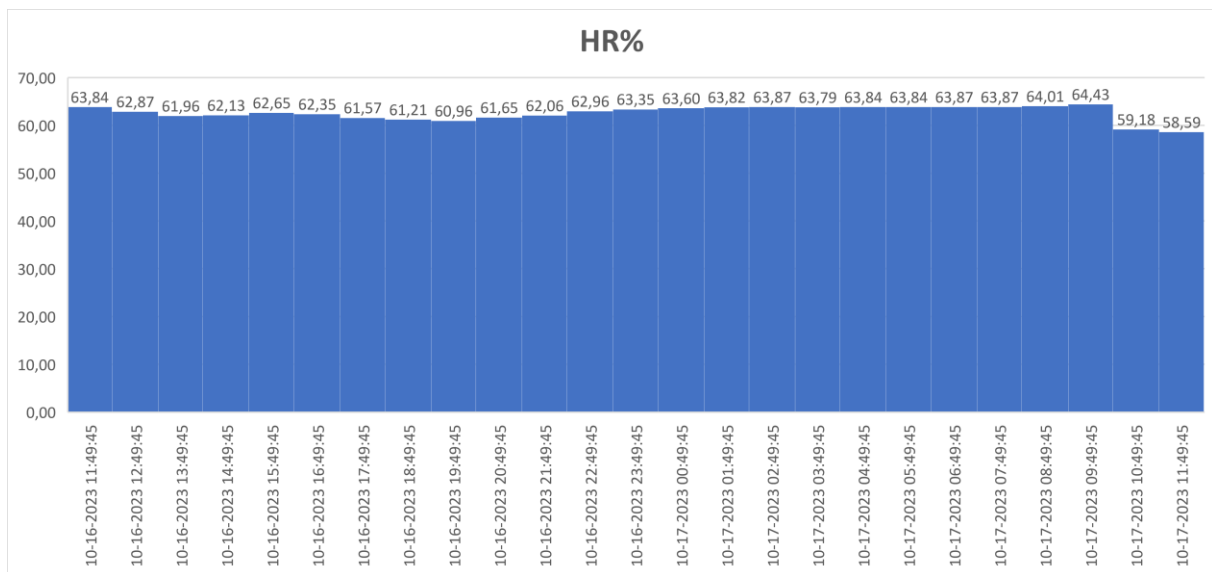


*Gráfico 18: Rangos de Humedad, Habitación 1*

Los gráficos anteriores muestran los niveles de temperatura y humedad que alcanzo la vivienda en la habitación 1 en un periodo de 24 horas partiendo desde el 16/10/2023 a las 11:49:45 am hasta el 17/10/2023 a las 11:49:45 am.

El grafico de temperatura nos muestra que la temperatura más alta fue de 18,20C° a las 17:49 pm y 18:49pm del 16 de octubre del 2023, mientras que la más baja, fue registrada el 17 de octubre a las 8:49:45 am alcanzando una temperatura de 14,48C°. Las mediciones determino que no se logra alcanzar el nivel de confort de temperatura optimo (19°C a 25°C).

El grafico de humedad relativa establece que el porcentaje más alto fue de 64,43% a las 9:49:45am del 17 de octubre del 2023, mientras que el más bajo alcanzo un 58,59% a las 11:49:45 pm de este día. Las mediciones se estarían cumpliendo ya que el Ministerio de vivienda y urbanismo establece que el rango de humedad relativa óptima para el interior de una vivienda será de 30% a 70%.

## T°C Y HR Living

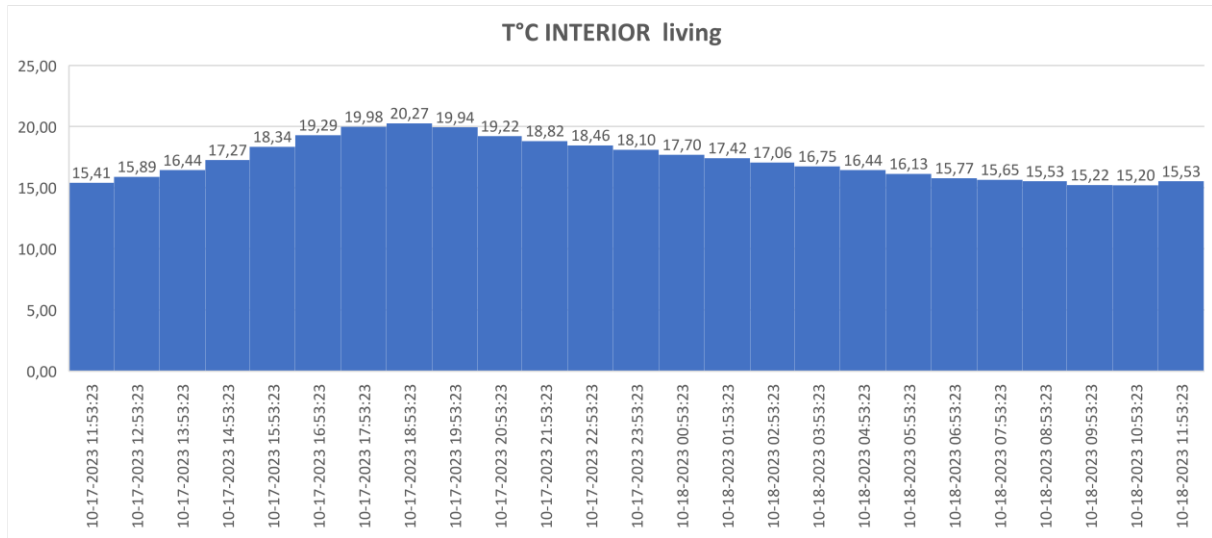


*Gráfico 19: Rangos de Temperatura, living*

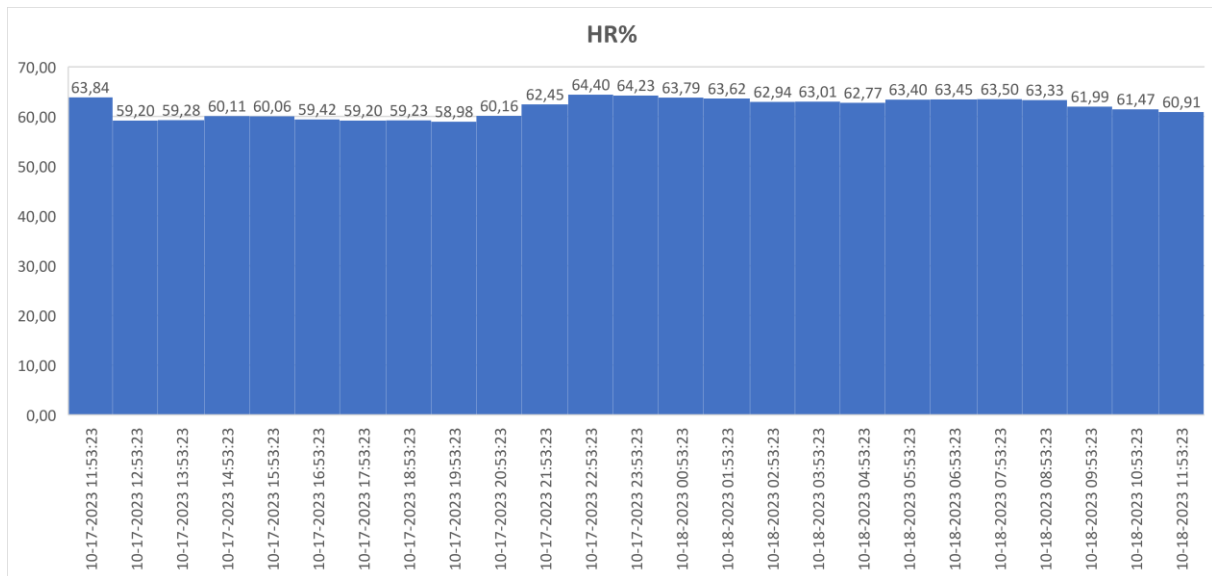


*Gráfico 20: Rangos de Humedad, living*

Los gráficos anteriores muestran los niveles de temperatura y humedad que alcanzo el living en un periodo de 24 horas partiendo desde el 17/10/2023 a las 11:53:23 am hasta el 18/10/2023 a las 11:53:23 am.

El grafico de temperatura nos muestra que la temperatura más alta fue de  $20,27^{\circ}\text{C}$  a las 18:53 pm del 17 de octubre del 2023, mientras que la más baja, fue registrada el 18 de octubre a las 10:53:23 am alcanzando una temperatura de  $15,20^{\circ}\text{C}$ .

Las mediciones determino que en gran parte del día y noche no se logra alcanzar el nivel de confort de temperatura optimo ( $19^{\circ}\text{C}$  a  $25^{\circ}\text{C}$ ). Sin embargo, como se logra apreciar en el grafico durante las 16:53:23 pm del 17 de octubre hasta las 20:53:23 pm del mismo día se alcanza el nivel óptimo de confort térmico debido a que en ese instante el living aprovecha al máximo el asoleamiento.

El grafico de humedad relativa establece que el porcentaje más alto fue de 64,40% a las 22:53:23pm del 17 de octubre del 2023, mientras que el más bajo alcanzo un 58,98% a las 19:53:23 pm del mismo día. Las mediciones se estarían cumpliendo ya que el Ministerio de vivienda y urbanismo establece que el rango de humedad relativa óptima para el interior de una vivienda será de 30% a 70%.

## T°C Y HR Habitación 2

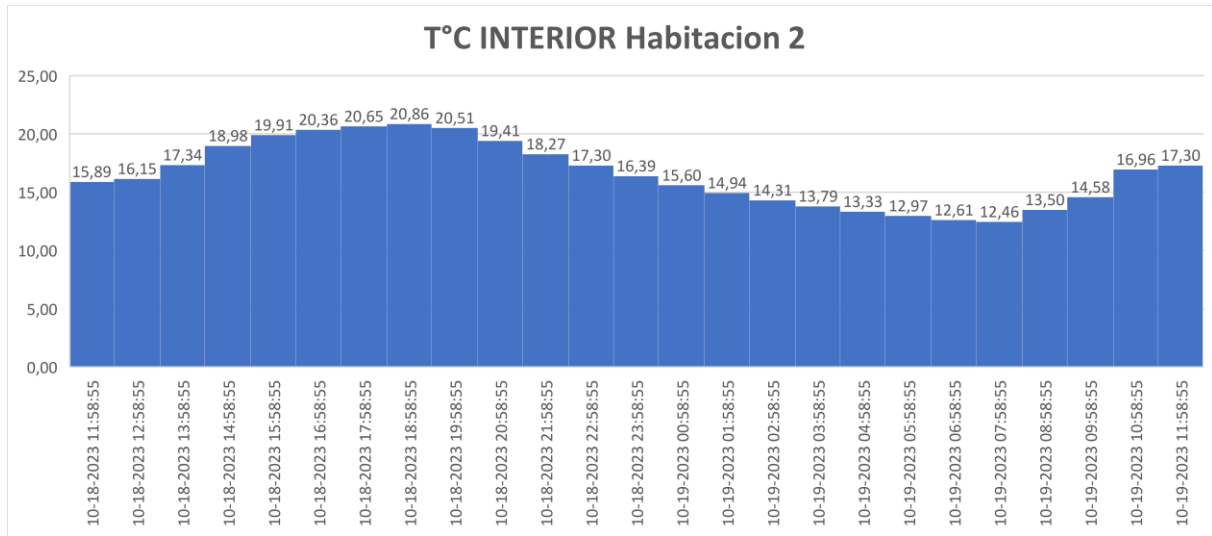


Gráfico 21: Rangos de Temperatura, habitación 2

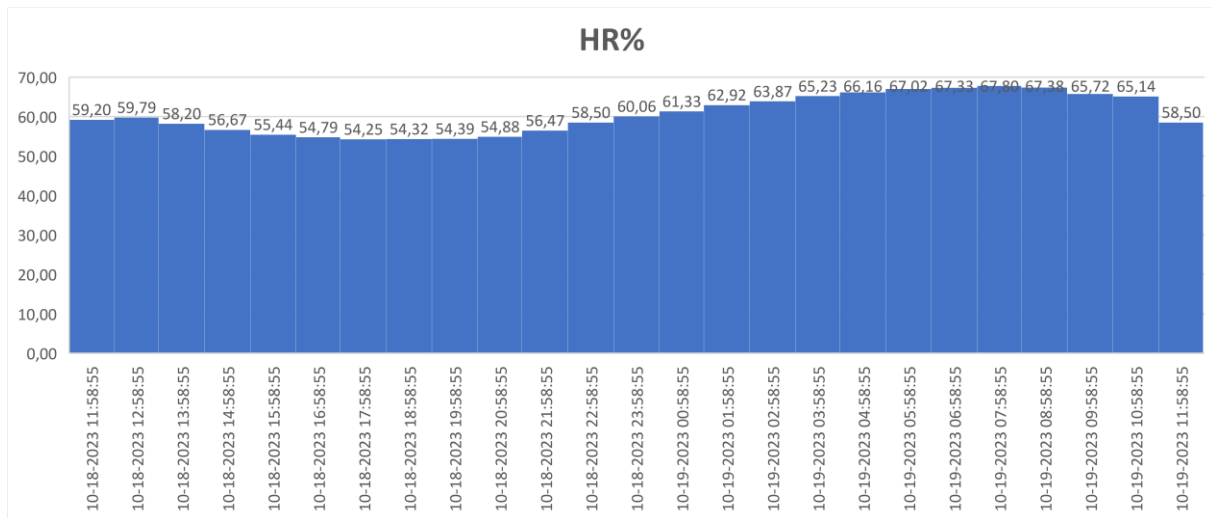


Gráfico 22: Rangos de Humedad, habitación 2

Los gráficos anteriores muestran los niveles de temperatura y humedad que alcanzo la Habitación 2 en un periodo de 24 horas partiendo desde el 18/10/2023 a las 11:58:55 am hasta el 19/10/2023 a las 11:58:55 am.

El grafico de temperatura nos muestra que la temperatura más alta fue de 20,86C° a las 18:58 pm del 18 de octubre del 2023, mientras que la más baja, fue registrada el 19 de octubre a las 7:58:55 am alcanzando una temperatura de 12,46C°.

Las mediciones determino que en gran parte del día y noche no se logra alcanzar el nivel de confort de temperatura optimo (19°C a 25°C). Sin embargo, como se logra apreciar en el grafico durante las 15:58:55 pm del 18 de octubre hasta las 20:58:55 pm del mismo día se alcanza el nivel óptimo de confort térmico debido a que en ese instante la habitación 2 aprovecha al máximo el asoleamiento.

El grafico de humedad relativa establece que el porcentaje más alto fue de 67,80% a las 7:58:55am del 19 de octubre del 2023, mientras que el más bajo alcanzo un 54,25% a las 17:58:55 pm del día anterior. Las mediciones se estarían cumpliendo ya que el Ministerio de vivienda y urbanismo establece que el rango de humedad relativa óptima para el interior de una vivienda será de 30% a 70%.

### T°C Y HR Habitación 3

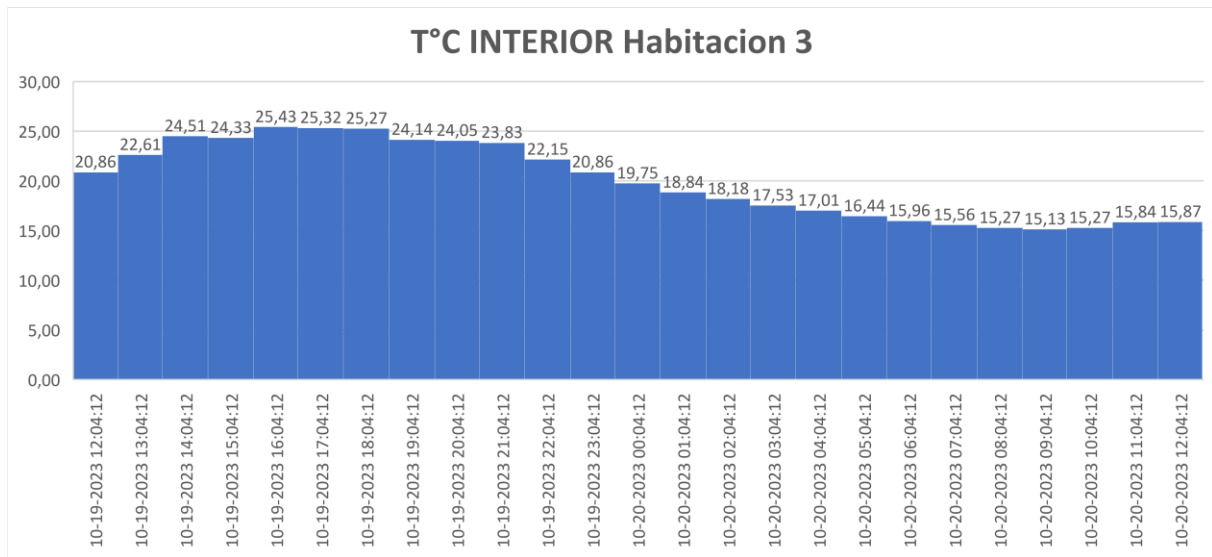


Gráfico 23: Rangos de Temperatura, habitación 3

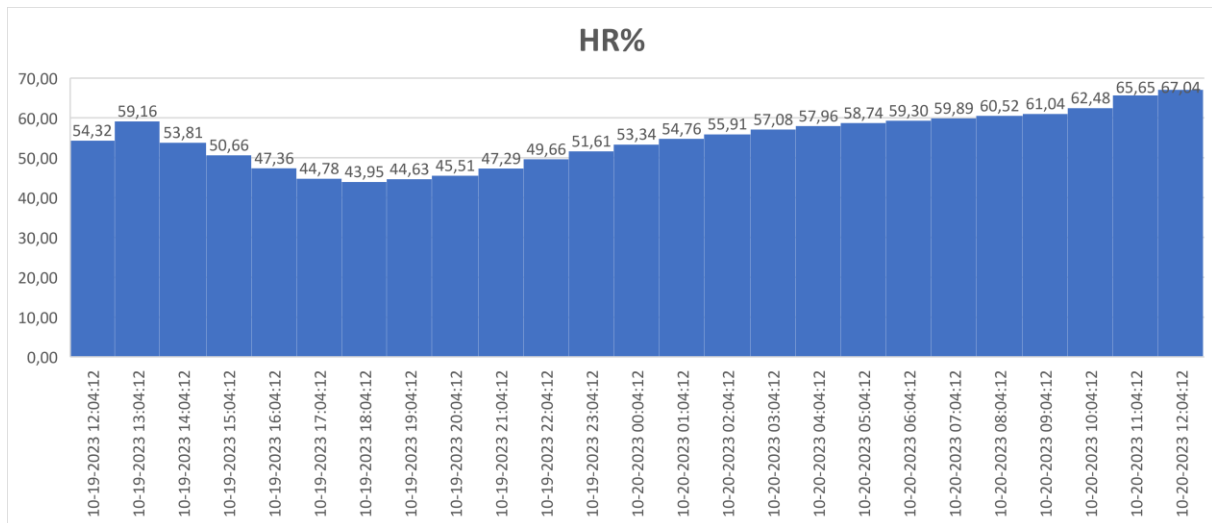


Gráfico 24: Rangos de humedad, habitación 3

Los gráficos anteriores muestran los niveles de temperatura y humedad que alcanzo la Habitación 3 en un periodo de 24 horas partiendo desde el 19/10/2023 a las 12:04:12 am hasta el 20/10/2023 a las 12:04:12 am.

El grafico de temperatura nos muestra que la temperatura más alta fue de 25,43C° a las 16:04 pm del 19 de octubre del 2023, mientras que la más baja, fue registrada el 20 de octubre a las 9:04.12 am alcanzando una temperatura de 15,13C°.

Las mediciones determino que en gran parte del día se logra alcanzar el nivel de confort de temperatura optimo (19°C a 25°C). Durante las 12:04:12 pm del 19 de octubre hasta las 00:04:12 pm del 20 de octubre debido a que en ese instante la habitación 3 aprovecha al máximo el asoleamiento. Sin embargo, después de las 00:04: 12 la temperatura bajo considerablemente llegando a los 15,13°C.

El grafico de humedad relativa establece que el porcentaje más alto fue de 67,04% a las 12:04:12am del 20 de octubre del 2023, mientras que el más bajo alcanzo un 43,95% a las 18:04:12 pm del día anterior. Las mediciones se estarían cumpliendo ya que el Ministerio de vivienda y urbanismo establece que el rango de humedad relativa óptima para el interior de una vivienda será de 30% a 70%.

## T°C Y HR Comedor

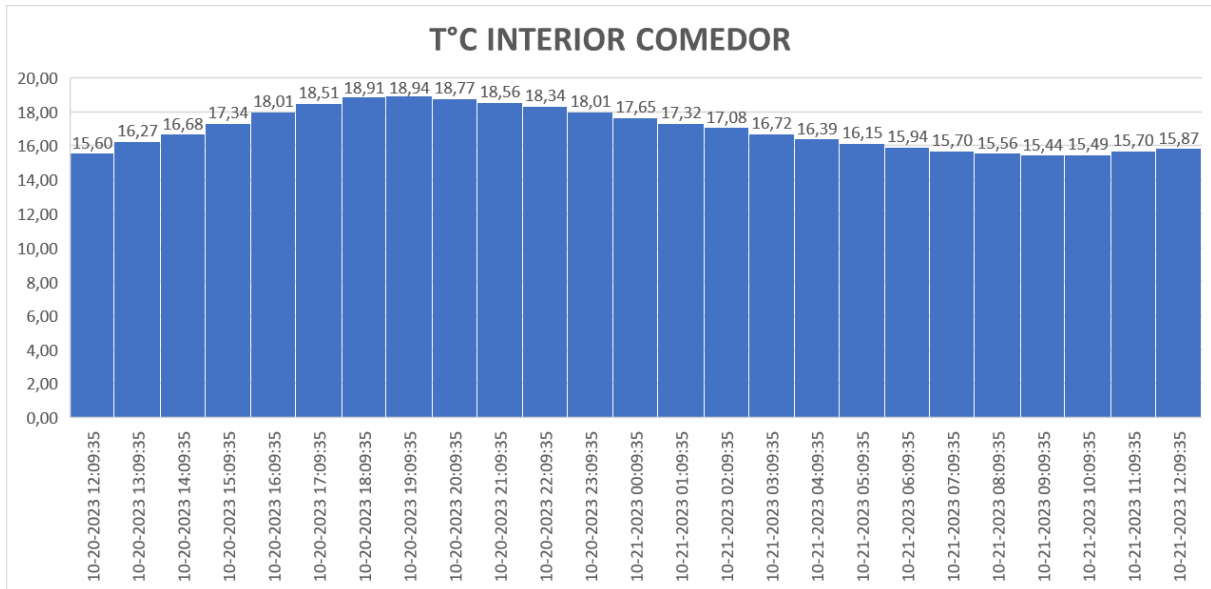


Gráfico 25: Rangos de Temperatura, Comedor

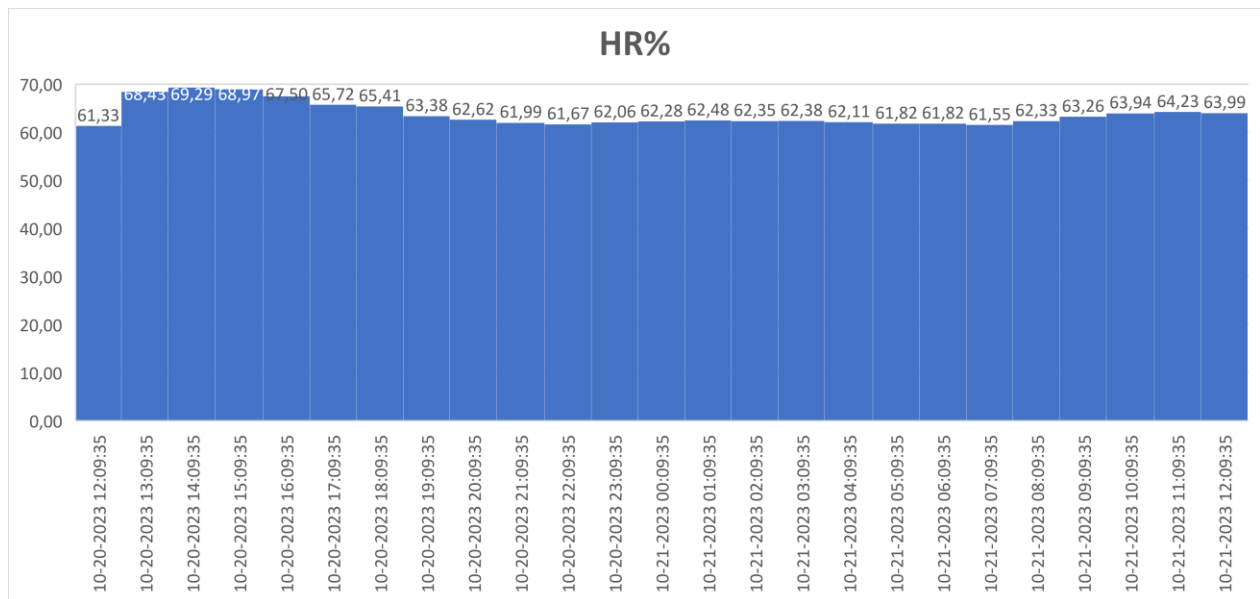


Gráfico 26: Rangos de Humedad, Comedor

Los gráficos anteriores muestran los niveles de temperatura y humedad que alcanzo el comedor en un periodo de 24 horas partiendo desde el 20/10/2023 a las 12:09:35 am hasta el 21/10/2023 a las 12:09:35 am.

El grafico de temperatura nos muestra que la temperatura más alta fue de 18,94C° a las 19:09 pm del 20 de octubre del 2023, mientras que la más baja, fue registrada el 21 de octubre a las 9:09:35am alcanzando una temperatura de 15,44C°.

Las mediciones determino que en gran parte del día y noche no se logra alcanzar el nivel de confort de temperatura optimo (19°C a 25°C). unos de los factores en comparación a otros sector de la vivienda es que no llegan los rалlos solares por lo que no se puede aprovechar el asoleamiento.

El grafico de humedad relativa establece que el porcentaje más alto fue de 69,29% a las 14:09:35am del 20 de octubre del 2023, mientras que el más bajo alcanzo un 61,33% a las 12:09:35 am del día mismo día. Las mediciones se estarían cumpliendo ya que el Ministerio de vivienda y urbanismo establece que el rango de humedad relativa óptima para el interior de una vivienda será de 30% a 70%.

En conclusión, en gran parte de la vivienda no de logra alcanzar la temperatura mínima de confort térmico y en el momento en que si lleго se debe a 2 factores el cual son el uso de la cocina a leña y el poder utilizar el asoleamiento. En el caso del porcentaje de humedad relativa se determinó que está dentro los parámetros que dicta el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

## Análisis constructivo

En esta etapa se hace un análisis de la materialidad de la vivienda en el primer, segundo nivel y techumbre. Estas estarán descritas por tablas de los elementos constructivos y de detalles constructivos.

| Primer Nivel           |                |
|------------------------|----------------|
| Descripción            | materialidad   |
| Estructura             | albañilería    |
| Revestimiento exterior | mortero        |
| Revestimiento interior | mortero y yeso |

*Tabla 4: descripción de material*

*Fuente: elaboración propia*

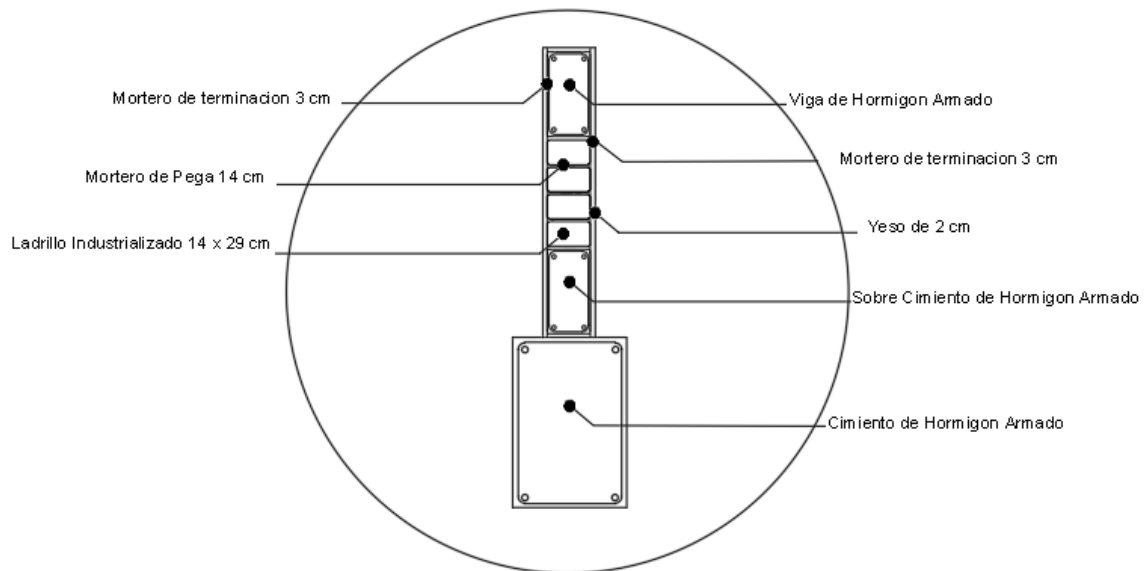


*Imagen 22: Detalle muros primer piso*

*Fuente: Elaboración propia*

| Segundo Nivel          |                                                                                    |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Descripción            | materialidad                                                                       |
| Estructura             | tabiquería de 2"x3"                                                                |
| Revestimiento exterior | sidig fibrocemento<br>Osb 9 mm                                                     |
| Revestimiento interior | Tablas de pino radiata machihembrado<br>Dimensiones: $\frac{3}{4}$ " x 5" x 3,20 m |
| aislación              | fieltro asfáltico 15lbs(solo en exterior)<br>poliestireno expandido 50mm           |

*Tabla 5: descripción de material*

*Fuente: elaboración propia*

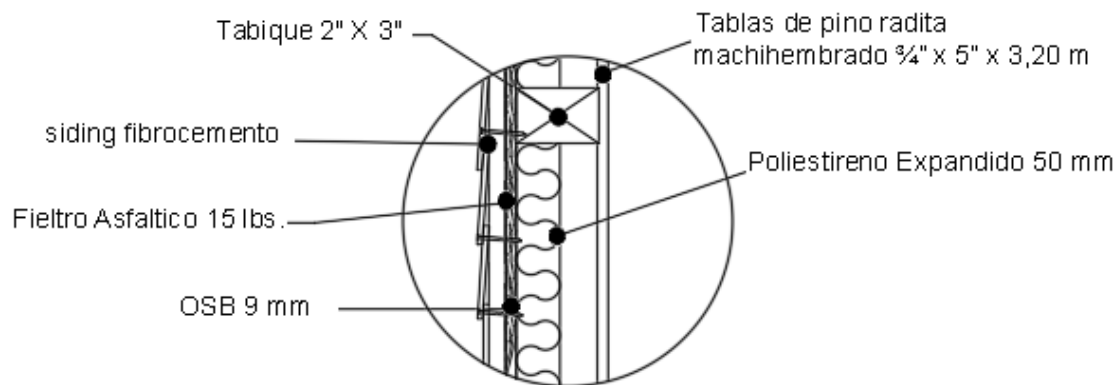


*Imagen 23: Detalle muros segundo piso*

*Fuente: Elaboración propia*

| Techumbre              |                                               |
|------------------------|-----------------------------------------------|
| Descripción            | materialidad                                  |
| Estructura             | cerchas de madera 1"x4"<br>costanera de 2"x2" |
| Revestimiento exterior | zinc acanalado 0,40x3000mm                    |
| aislación              | fieltro asfaltico                             |

*Tabla 6: descripción de material*

*Fuente: elaboración propia*

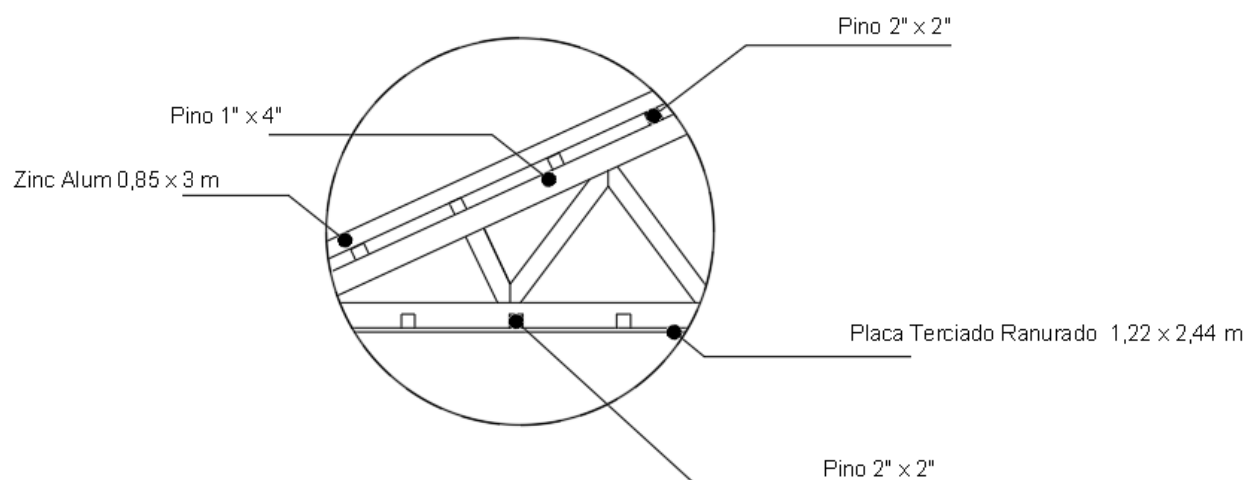


*Imagen 24: Detalle techumbre*

*Fuente: Elaboración propia*

| Piso (Nivel 1)         |                    |
|------------------------|--------------------|
| Descripción            | materialidad       |
| Estructura             | radier de hormigon |
| Revestimiento exterior | ceramica           |
| aislación              | polietileno 0,2 mm |

*Tabla 7: descripción de material*

*Fuente: elaboración propia*

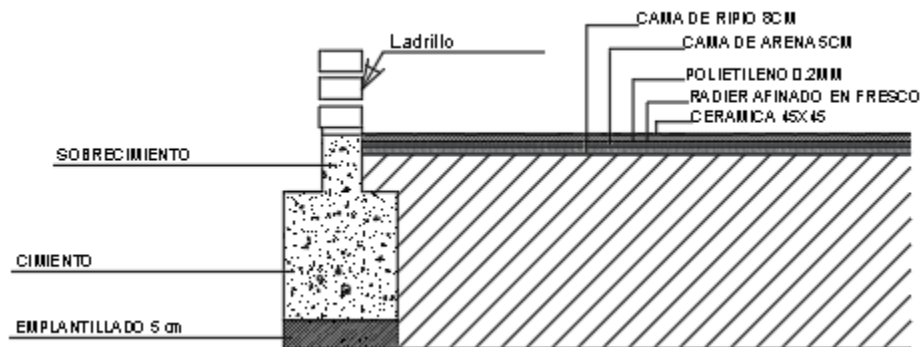


*Imagen 25: Detalle piso*

*Fuente: Elaboración propia*

## Transmitancia térmica

De acuerdo con Artículo 4.1.10 de la OGUC define cual es la Transmitancia térmica máxima de la envolvente térmica para la comuna de Lota la cual correspondería a la zona 4. En ella nos detalla que los elementos constructivos deberán tener una transmitancia térmica “U” igual o menor, o una resistencia térmica total “Rt” igual o superior.

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

Tabla 8: Exigencias para techumbres, muros y pisos ventilados

Fuente: OGUC, artículo 4.1.10.

Para poder cumplir con los parámetros establecidos en la tabla anterior se deberá realizar la utilización de material aislante, etiquetado con el R100 de acuerdo con la siguiente tabla.

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

Tabla 9: Incorporación del R100

Fuente: OGUC, artículo 4.1.10.

## Método de cálculo de transmitancia térmica

Para el cálculo de la transmitancia térmica se realizará por el método que establece la Norma NCh 853 of 2007 de acuerdo con la siguiente formula.

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

- $R_{si}$ : Resistencia térmica de superficie al interior, ( $m^2 K/W$ ).
- $R_{se}$ : Resistencia térmica de superficie al exterior, ( $m^2 K/W$ ).
- $e$ : Espesor del material, (**m**). (es muy importante trabajar en metros).
- $\lambda$ : Conductividad térmica del material, ( $W/(m K)$ ).

Imagen 26: Fórmula de transmitancia térmica

Fuente: Nch 853

El Rsi y Rse se define de acuerdo con la siguiente tablas.

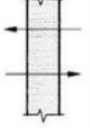
| Resistencias térmicas de superficie en $m^2 \times K/W$                                                           |                                                                                     |                                                    |          |                   |                                                       |          |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------|-------------------|-------------------------------------------------------|----------|-------------------|
| 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 |          |                   |
|                                                                                                                   |                                                                                     | $R_{si}$                                           | $R_{se}$ | $R_{si} + R_{se}$ | $R_{si}$                                              | $R_{se}$ | $R_{si} + R_{se}$ |
| Flujo horizontal en elementos verticales o con pendiente mayor que $60^\circ$ respecto a la horizontal            |  | 0,12                                               | 0,05     | 0,17              | 0,12                                                  | 0,12     | 0,24              |
| Flujo ascendente en elementos horizontales o con pendiente menor o igual que $60^\circ$ respecto a la horizontal  |  | 0,09                                               | 0,05     | 0,14              | 0,10                                                  | 0,10     | 0,20              |
| Flujo descendente en elementos horizontales o con pendiente menor o igual que $60^\circ$ respecto a la horizontal |  | 0,17                                               | 0,05     | 0,22              | 0,17                                                  | 0,17     | 0,34              |

Imagen 27: Resistencias térmicas de superficie en  $m^2 \times K/W$

Fuente: Nch 853

Posteriormente se calculará la transmitancia térmica ponderada, en donde sumaremos la transmitancia de los materiales con el área que este ocupa y se dividirá por la suma de todas las áreas.

$$U = \frac{U_1 A_1 + U_2 A_2}{A_1 + A_2}$$

$$U = \frac{\sum U_i A_i}{\sum A_i}$$

*Imagen 28: Fórmula de transmitancia térmica ponderada*

*Fuente: Nch 853*

De acuerdo con la norma NCH 853 se acepta un cálculo simplificado de transmitancia térmica en muros de estructura metálica o de madera utilizando los porcentajes de estructura que se indican en la tabla siguiente.

| <b>Tipo de estructura</b>          | <b>% de estructura a considerar</b> |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| Tabiquería de estructura metálica  | 10%                                 |
| Tabiquería de estructura de madera | 15%                                 |

*Tabla 10: porcentajes de estructura, simplificado de transmitancia térmica*

*Fuente: NCH 853*

### Requisitos para las ventanas

Los complejos de ventanas deben cumplir con los requisitos especificados en la siguiente tabla para el tipo de vidrio y la zona térmica en la que se ubica la vivienda . El tipo de vidrio utilizado en las ventanas de la vivienda es monolítico lo que significa producto inorgánico de fusión, formado por una sola lámina de vidrio.

| VENTANAS |                                                                                   |                                  |               |  |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------|--|
| ZONA     | % Máximo de Superficie Vidriada Respecto a Paramentos Verticales de la Envolvente |                                  |               |  |
|          | Vidrio Monolítico (b)                                                             | DVH Doble Vidriado Hermético (c) |               |  |
|          |                                                                                   | 3.6 W/m²K ≥ U > 2.4 W/m²K (a)    | U ≤ 2.4 W/m²K |  |
| 1        | 50%                                                                               | 60%                              | 80%           |  |
| 2        | 40%                                                                               | 60%                              | 80%           |  |
| 3        | 25%                                                                               | 60%                              | 80%           |  |
| 4        | 21%                                                                               | 60%                              | 75%           |  |
| 5        | 18%                                                                               | 51%                              | 70%           |  |
| 6        | 14%                                                                               | 37%                              | 55%           |  |
| 7        | 12%                                                                               | 28%                              | 37%           |  |

*Tabla 11: Exigencias para ventanas*

*Fuente: OGUC, artículo 4.1.10.*

La O.G.U.C. establece un porcentaje máximo de superficies vidriadas con respecto a los paramentos de la envolvente (suma de las superficies interiores de todos los muros perimetrales que considere la unidad habitacional, incluyendo los medianeros y muros divisorios). De acuerdo con la tabla anterior se indican los porcentajes máximos de superficie vidriada en una vivienda. *(manual de acondicionamiento térmico)*

## Mejoramiento de la Transmitancia térmica de acuerdo PPDA

El artículo 22 del plan de prevención y de descontaminación atmosférica para las comunas de concepción metropolitano establece que se deben cumplir con los siguientes estándares que señala la tabla a continuación sobre la Transmitancia térmica máxima de la envolvente térmica.

| Elemento       | Estándar                                    | Valor |
|----------------|---------------------------------------------|-------|
| Techo          | Valor U [ $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ ] | 0,33  |
| Muro           |                                             | 0,60  |
| Piso ventilado |                                             | 0,60  |
| Puerta         |                                             | 1,70  |

Tabla 12: Transmitancia térmica máxima de la envolvente térmica (valor U)

Fuente: PDA para las comunas de concepción metropolitano

El mismo artículos nos señala el Valor R100 mínimo del material aislante térmico para elementos de techo, muro y piso ventilado.

| Elemento       | Estándar                                                       | Valor |
|----------------|----------------------------------------------------------------|-------|
| Techo          | Valor R100<br>[ $(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$ ] $\times 100$ | 303   |
| Muro           |                                                                | 167   |
| Piso ventilado |                                                                | 167   |

Tabla 13: Valor R100 mínimo del material aislante térmico para elementos constructivos.

Fuente: PDA para las comunas de concepción metropolitano.

**Transmitancia térmica en el muro de albañilería primer nivel.**

| Cálculo de transmitancia térmica |         |               |             |
|----------------------------------|---------|---------------|-------------|
| U1 (ladrillo )                   |         |               |             |
| Elemento                         | Espesor | Conductividad | Valor       |
| Rsi                              |         | 0,12          | 0,12        |
| mortero                          | 0,03    | 1,4           | 0,02        |
| ladrillo                         | 0,14    | 0,46          | 0,30        |
| mortero                          | 0,03    | 1,4           | 0,02        |
| yeso                             | 0,02    | 0,35          | 0,06        |
| Rse                              |         | 0,05          | 0,05        |
|                                  |         | Rt            | 0,57        |
|                                  |         | <b>U1</b>     | <b>1,74</b> |

*Tabla 14: Calculo de transmitancia térmica muros primer nivel*

*Fuente: Elaboración propia*

| U2 (mortero tendel) |         |               |            |
|---------------------|---------|---------------|------------|
| Elemento            | Espesor | Conductividad | Valor      |
| Rsi                 |         | 0,12          | 0,12       |
| mortero             | 0,03    | 1,4           | 0,02       |
| mortero de pega     | 0,14    | 1,4           | 0,10       |
| mortero             | 0,03    | 1,4           | 0,02       |
| yeso                | 0,02    | 0,35          | 0,06       |
| Rse                 |         | 0,05          | 0,05       |
|                     |         | Rt            | 0,4        |
|                     |         | <b>U2</b>     | <b>2,7</b> |

*Tabla 15: Calculo de transmitancia térmica muros primer nivel*

*Fuente: Elaboración propia*

| U3 (mortero llaga) |         |               |            |
|--------------------|---------|---------------|------------|
| Elemento           | Espesor | Conductividad | Valor      |
| Rsi                |         | 0,12          | 0,12       |
| mortero            | 0,03    | 1,4           | 0,02       |
| mortero de pega    | 0,14    | 1,4           | 0,10       |
| mortero            | 0,03    | 1,4           | 0,02       |
| yeso               | 0,02    | 0,35          | 0,06       |
| Rse                |         | 0,05          | 0,05       |
|                    |         | Rt            | 0,4        |
|                    |         | <b>U3</b>     | <b>2,7</b> |

Tabla 16: Calculo de transmitancia térmica muros primer nivel

Fuente: Elaboración propia

| ladrillo |       |
|----------|-------|
| largo    | 0,29  |
| ancho    | 0,071 |
| area     | 0,02  |

Tabla 17: Calculo de transmitancia térmica muros primer nivel

Fuente: Elaboración propia

| mortero tendel |        |
|----------------|--------|
| largo          | 0,29   |
| ancho          | 0,03   |
| area           | 0,0087 |

Tabla 18: Calculo de transmitancia térmica muros primer nivel

Fuente: Elaboración propia

| mortero llaga |       | area    |
|---------------|-------|---------|
| largo         | 0,071 | 0,00213 |
| ancho         | 0,03  |         |

*Tabla 19: Calculo de transmitancia térmica muros primer nivel*

*Fuente: Elaboración propia*

|             | valor | area   |
|-------------|-------|--------|
| U1          | 1,74  | 0,02   |
| U2          | 2,7   | 0,0087 |
| U3          | 2,7   | 0,002  |
| U ponderado | 2,1   |        |

*Tabla 20: Calculo de transmitancia térmica muros primer nivel*

*Fuente: Elaboración propia*

### Transmitancia térmica en el muro de tabiquería 2 nivel.

| Cálculo de transmitancia térmica                               |         |               |             |
|----------------------------------------------------------------|---------|---------------|-------------|
| U1 (Tabla de pino - Estructura de madera - OSB - Fibrocemento) |         |               |             |
| Elemento                                                       | Espesor | Conductividad | Valor       |
| Rsi                                                            |         | 0,12          | 0,12        |
| Tabla de pino                                                  | 0,009   | 0,22          | 0,04        |
| Pino 2x3                                                       | 0,076   | 0,104         | 0,73        |
| OSB                                                            | 0,009   | 0,23          | 0,04        |
| Fibrocemento                                                   | 0,006   | 0,23          | 0,03        |
| Rse                                                            |         | 0,05          | 0,05        |
|                                                                |         | Rt            | 1,01        |
|                                                                |         | <b>U1</b>     | <b>0,99</b> |

Tabla 21: Calculo de transmitancia térmica muros segundo nivel

Fuente: Elaboración propia

| U2 (Tabla de pino - Poliestireno - OSB - Fibrocemento) |         |               |            |
|--------------------------------------------------------|---------|---------------|------------|
| Elemento                                               | Espesor | Conductividad | Valor      |
| Rsi                                                    |         | 0,12          | 0,12       |
| tabla de pino                                          | 0,009   | 0,22          | 0,04       |
| Poliestireno                                           | 0,05    | 0,043         | 1,16       |
| OSB                                                    | 0,0095  | 0,23          | 0,04       |
| Fibrocemento                                           | 0,006   | 0,23          | 0,03       |
| Rse                                                    |         | 0,05          | 0,05       |
|                                                        |         | Rt            | 1,4        |
|                                                        |         | <b>U2</b>     | <b>0,7</b> |

Tabla 22: Calculo de transmitancia térmica muros segundo nivel

Fuente: Elaboración propia

|                    | Valor       | %              |
|--------------------|-------------|----------------|
| U1                 | 0,99        | 15%            |
| U2                 | 0,7         | 85%            |
| <b>U ponderado</b> | <b>0,74</b> | <b>(w/m2k)</b> |

*Tabla 23: Calculo de transmitancia térmica muros segundo nivel*

*Fuente: Elaboración propia*

## Transmitancia térmica en la techumbre.

| Cálculo de transmitancia térmica     |         |               |             |
|--------------------------------------|---------|---------------|-------------|
| U1 (Terciado - Estructura de madera) |         |               |             |
| Elemento                             | Espesor | Conductividad | Valor       |
| Rsi                                  |         | 0,1           | 0,1         |
| Terciado ranurado                    | 0,009   | 0,28          | 0,03        |
| Pino                                 | 0,051   | 0,104         | 0,49        |
| Rse                                  |         | 0,1           | 0,1         |
|                                      |         | Rt            | 0,72        |
|                                      |         | <b>U</b>      | <b>1,39</b> |

Tabla 24: Calculo de transmitancia térmica techumbre.

Fuente: Elaboración propia

| U2 (terciado )    |         |               |             |
|-------------------|---------|---------------|-------------|
| Elemento          | Espesor | Conductividad | Valor       |
| Rsi               |         | 0,17          | 0,17        |
| terciado ranurado | 0,009   | 0,28          | 0,03        |
| Rse               |         | 0,05          | 0,05        |
|                   |         | Rt            | 0,3         |
|                   |         | <b>U</b>      | <b>3,97</b> |

Tabla 25: Calculo de transmitancia techumbre

Fuente: Elaboración propia

|    | Valor | %   |
|----|-------|-----|
| U1 | 1,39  | 3%  |
| U2 | 4,0   | 97% |

|                   |             |                |
|-------------------|-------------|----------------|
| <b>Uponderado</b> | <b>3,89</b> | <b>(w/m2k)</b> |
|-------------------|-------------|----------------|

Tabla 26: Calculo de transmitancia térmica techumbre

Fuente: Elaboración propia

### Transmitancia térmica en el piso.

| U2 (ceramica - hormigon ) |         |               |            |
|---------------------------|---------|---------------|------------|
| Elemento                  | Espesor | Conductividad | Valor      |
| Rsi                       |         | 0,17          | 0,17       |
| ceramica                  | 0,075   | 1,75          | 0,04       |
| Hormigon                  | 0,1     | 1,63          | 0,06       |
| Rse                       |         | 0,05          | 0,05       |
|                           |         | Rt            | 0,3        |
|                           |         | <b>U</b>      | <b>3,1</b> |

*Tabla 27: Calculo de transmitancia térmica piso.*

*Fuente: Elaboración propia*

## Verificación de requisitos mínimos para las ventanas.

| Ventanas           |           |      |          |
|--------------------|-----------|------|----------|
| Ventana Monolitica | Largo (m) | Alto | Sup (m2) |
| V1                 | 2,1       | 1    | 2,10     |
| V2                 | 1,2       | 1,25 | 1,50     |
| V3                 | 1,8       | 1,25 | 2,25     |
| V4                 | 0,6       | 1    | 0,60     |
| V5                 | 0,6       | 1    | 0,60     |
| V6                 | 2         | 0,5  | 1,00     |
| V7                 | 2         | 1    | 2,00     |
| V8                 | 2,1       | 1    | 2,10     |
| V9                 | 0,78      | 1    | 0,78     |
| V10                | 1,98      | 1,48 | 2,93     |
| V11                | 1,5       | 1    | 1,50     |
| V12                | 1,5       | 1    | 1,50     |

*Tabla 28: Superficie de ventanas totales*

*Fuente: Elaboración propia*

| Muros perimetrales |           |           |          |
|--------------------|-----------|-----------|----------|
| Muro               | Ancho (m) | largo (m) | Sup (m2) |
| EJE A              | 2,3       | 11        | 25,30    |
| EJE C              | 2,3       | 11        | 25,30    |
| EJE1               | 2,3       | 7,4       | 17,02    |
| EJE 5              | 2,3       | 7,4       | 17,02    |
| EJE 3.2            | 2,3       | 7,4       | 17,02    |
| EJE A.2            | 2,3       | 7,5       | 17,25    |
| EJE C.2            | 2,3       | 7,5       | 17,25    |
| EJE 1.2            | 2,3       | 7,4       | 17,02    |

*Tabla 29: Superficie de muros totales*

*Fuente: Elaboración propia*

| Caso de un solo tipo de ventana | Sup (m2) | Porcentaje de la estructura |
|---------------------------------|----------|-----------------------------|
| Total paramentos verticales     | 153      | 100%                        |
| Muros                           | 153      | 100%                        |
| Vidrio Monolitico               | 18,86    | 12%                         |
| Zona termica                    | Zona 4   |                             |
| %MAX: V. Monoloticos            | 21%      |                             |

*Tabla 30: Porcentaje de vidrio monolítico*

*Fuente: Elaboración propia*

**CAPITULO III : Proponer solución constructiva de acondicionamiento térmico para  
mejorar el estándar de la vivienda.**

De acuerdo con el estudio ambiental y de elementos constructivos de la vivienda se llega a la conclusión que esta, necesita un reacondicionamiento térmico puesto que no llega a cumplir con los estándares del plan de descontaminación para las comunas de concepción metropolitano tanto en los muros de albañilería como de tabiquería superan la tramitación térmica permitida ( $0,60 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ ) y lo mismo sucede con la techumbre ya que esta posee un U de  $3,89 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  esta sobre los  $0,33 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ .

Debido a lo mencionado, es que propondrá una solución de acondicionamiento térmico, con el fin de poder mejorar el estándar de la vivienda, permitiendo así que se cumplan con los estándares del Plan de acondicionamiento térmico.

| Elemento       | Estándar                                    | Valor |
|----------------|---------------------------------------------|-------|
| Techo          | Valor U [ $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ ] | 0,33  |
| Muro           |                                             | 0,60  |
| Piso ventilado |                                             | 0,60  |
| Puerta         |                                             | 1,70  |

Tabla 31: Transmitancia térmica máxima de la envolvente térmica (valor U)

Fuente: PDA para las comunas de concepción metropolitano

### **Propuesta para muro perimetral del lado Norte.**

De acuerdo con el análisis de asoleamiento se determinó que el sector en donde más llegan los rayos del sol es el lado norte de la vivienda, es por aquello que se llega a la conclusión que lo mejor es buscar un acondicionamiento térmico para el exterior ya que nos permite poder captar el calor proveniente del sol lo que significa que al momento, de la baja de temperatura, esta se contraponga permitiendo así que el interior este dentro de los parámetros de confort térmico.

La solución constructiva es utilizar el sistema EIFS (Exterior Insulation and Finishing System) el cual se utilizan capa aislantes por el exterior del muro.

El sistema se compone por:

- Adhesivo para el pegado del Poliestireno al sustrato (muro)
- Poliestireno Expandido (EPS) de alta densidad de espesor de 50 mm
- Malla de fibra de vidrio
- Estuco elastomérico
- retro envoltura malla F.V
- Pasta texturizada

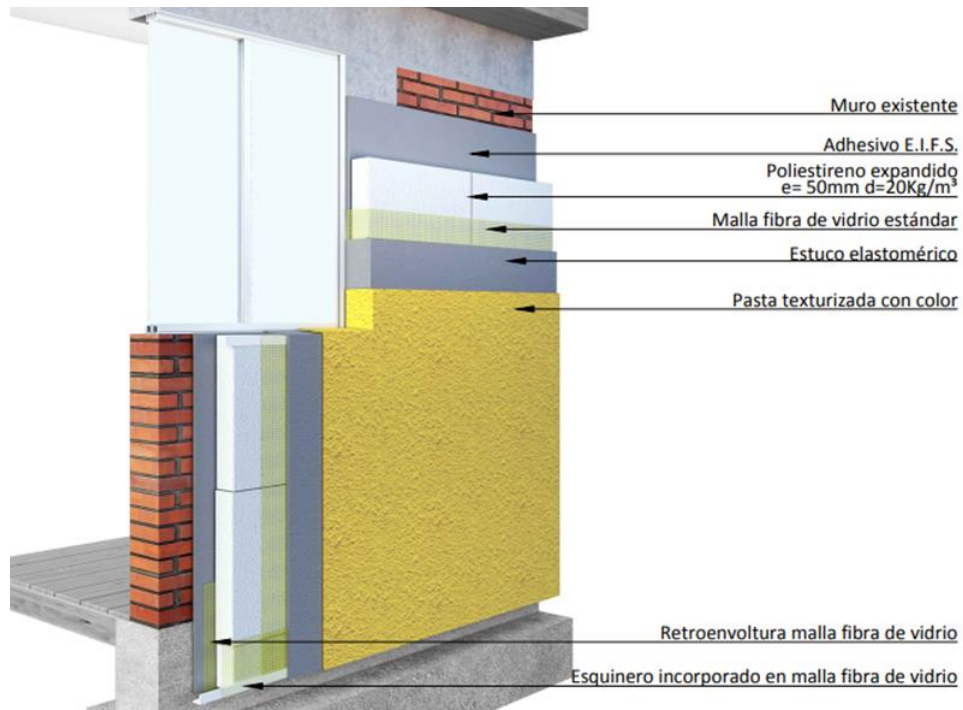


*Imagen 29: Sistema E.I.F.S*

*Fuente: plan de descontaminación atmosférica*

### Transmitancia térmica obtenida

| U1 (ladrillo) |         |               |             |
|---------------|---------|---------------|-------------|
| Elemento      | Espesor | Conductividad | Valor       |
| Rsi           |         | 0,12          | 0,12        |
| poliestireno  | 0,05    | 0,0384        | 1,30        |
| mortero       | 0,03    | 1,4           | 0,02        |
| ladrillo      | 0,14    | 0,46          | 0,30        |
| mortero       | 0,03    | 1,4           | 0,02        |
| yeso          | 0,02    | 0,35          | 0,06        |
| Rse           |         | 0,05          | 0,05        |
|               |         | Rt            | 1,88        |
|               |         | <b>U1</b>     | <b>0,53</b> |

*Tabla 32: Calculo de transmitancia térmica muros primer nivel*

*Fuente: Elaboración propia*

| U2 (mortero tendel) |         |               |            |
|---------------------|---------|---------------|------------|
| Elemento            | Espesor | Conductividad | Valor      |
| Rsi                 |         | 0,12          | 0,12       |
| poliestireno        | 0,05    | 0,0384        | 1,30       |
| mortero             | 0,03    | 1,4           | 0,02       |
| mortero de pega     | 0,14    | 1,4           | 0,10       |
| mortero             | 0,03    | 1,4           | 0,02       |
| yeso                | 0,02    | 0,35          | 0,06       |
| Rse                 |         | 0,05          | 0,05       |
|                     |         | Rt            | 1,7        |
|                     |         | <b>U2</b>     | <b>0,6</b> |

Tabla 33: Calculo de transmitancia térmica muros primer nivel

Fuente: Elaboración propia

| U3 (mortero llaga) |         |               |            |
|--------------------|---------|---------------|------------|
| Elemento           | Espesor | Conductividad | Valor      |
| Rsi                |         | 0,12          | 0,12       |
| poliestireno       | 0,05    | 0,0384        | 1,30       |
| mortero            | 0,03    | 1,4           | 0,02       |
| mortero de pega    | 0,14    | 1,4           | 0,10       |
| mortero            | 0,03    | 1,4           | 0,02       |
| yeso               | 0,02    | 0,35          | 0,06       |
| Rse                |         | 0,05          | 0,05       |
|                    |         | Rt            | 1,7        |
|                    |         | <b>U3</b>     | <b>0,6</b> |

Tabla 34: Calculo de transmitancia térmica muros primer nivel

Fuente: Elaboración propia

|             | valor | area   |
|-------------|-------|--------|
| U1          | 0,53  | 0,02   |
| U2          | 0,6   | 0,0087 |
| U3          | 0,6   | 0,002  |
| U ponderado | 0,56  |        |

*Tabla 35: Calculo de transmitancia térmica muros primer nivel*

*Fuente: Elaboración propia*

### **Propuesta para muros perimetral de lado Este, Oeste y Sur.**

En estos muros se determinó que los rayos solares son mínimos por lo cual gran parte del día tiene solo sombra. Es por lo mencionado anteriormente es que lo mejor es utilizar el sistema poligyp el cual nos permitirá poder aislar los muros perimetrales en el interior lo cual en la época de invierno en caso de ocupar algún sistema de calefacción, el calor se mantenga en el interior.

El poligyp es un sistema constructivo formado por una placa de yeso cartón a la cual se le adhiere una placa de poliestireno expandido la cual su medida varía según el requerimiento térmico. Los muros de albañilería se le deberá instalar un poligyp de 60 mm y en el caso de los tabiques de madera esta será de 30 mm con el fin de poder alcanzar la transmitancia térmica de acuerdo con la normativa del PPDA.

### **Pasos de instalación**

1. Limpiar la superficie.
2. Medir la altura de piso a cielo, trasladar esta cota sobre el Revestimiento Térmico restando 20 mm, trazar la línea de corte y corta.

3. Aplicar 10 motas de Pegamento Poligyp por m<sup>2</sup>, cada 40 cm en el horizontal y 40 cm en el sentido vertical, de aprox. 10 cm de diámetro y 5 cm.
4. Pegar al muro deberá tener 10 mm de separación en el piso y en el cielo.
5. Repita hasta completar el muro.



Imagen 30: Poligyp

Fuente: imagen web

## Transmitancia térmica obtenida en muro de albañilería

| Cálculo de transmitancia térmica |         |               |             |
|----------------------------------|---------|---------------|-------------|
| U1 (ladrillo )                   |         |               |             |
| Elemento                         | Espesor | Conductividad | Valor       |
| Rsi                              |         | 0,12          | 0,12        |
| poligyp                          | 0,06    | 0,04769       | 1,258       |
| mortero                          | 0,03    | 1,4           | 0,02        |
| ladrillo                         | 0,14    | 0,46          | 0,30        |
| mortero                          | 0,03    | 1,4           | 0,02        |
| yeso                             | 0,02    | 0,35          | 0,06        |
| Rse                              |         | 0,05          | 0,05        |
|                                  |         | Rt            | 1,83        |
|                                  |         | <b>U1</b>     | <b>0,55</b> |

Tabla 36: Calculo de transmitancia térmica muros primer nivel

Fuente: Elaboración propia

| U2 (mortero tendel) |         |               |             |
|---------------------|---------|---------------|-------------|
| Elemento            | Espesor | Conductividad | Valor       |
| Rsi                 |         | 0,12          | 0,12        |
| poligyp             | 0,06    | 0,04769       | 1,258       |
| mortero             | 0,03    | 1,4           | 0,02        |
| mortero de pega     | 0,14    | 1,4           | 0,10        |
| mortero             | 0,03    | 1,4           | 0,02        |
| yeso                | 0,02    | 0,35          | 0,06        |
| Rse                 |         | 0,05          | 0,05        |
|                     |         | Rt            | 1,6         |
|                     |         | <b>U2</b>     | <b>0,61</b> |

Tabla 37: Calculo de transmitancia térmica muros primer nivel

Fuente: Elaboración propia

| U3 (mortero llaga) |         |               |            |
|--------------------|---------|---------------|------------|
| Elemento           | Espesor | Conductividad | Valor      |
| Rsi                |         | 0,12          | 0,12       |
| poligyp            | 0,06    | 0,04769       | 1,258      |
| mortero            | 0,03    | 1,4           | 0,02       |
| mortero de pega    | 0,14    | 1,4           | 0,10       |
| mortero            | 0,03    | 1,4           | 0,02       |
| yeso               | 0,02    | 0,35          | 0,06       |
| Rse                |         | 0,05          | 0,05       |
|                    |         | Rt            | 1,6        |
|                    |         | <b>U3</b>     | <b>0,6</b> |

Tabla 38: Calculo de transmitancia térmica muros primer nivel

Fuente: Elaboración propia

|             | valor | area   |
|-------------|-------|--------|
| U1          | 0,55  | 0,02   |
| U2          | 0,6   | 0,0087 |
| U3          | 0,6   | 0,002  |
| U ponderado | 0,57  |        |

Tabla 39: Calculo de transmitancia térmica muros primer nivel

Fuente: Elaboración propia

## Transmitancia térmica obtenida en muro de tabiques de madera

| Cálculo de transmitancia térmica |         |               |             |
|----------------------------------|---------|---------------|-------------|
| U1                               |         |               |             |
| Elemento                         | Espesor | Conductividad | Valor       |
| Rsi                              |         | 0,12          | 0,12        |
| poligyp                          | 0,03    | 0,057         | 0,526       |
| OSB                              | 0,009   | 0,23          | 0,0391      |
| Pino 2x3                         | 0,076   | 0,104         | 0,73        |
| OSB                              | 0,009   | 0,23          | 0,04        |
| Fibro cemento                    | 0,006   | 0,23          | 0,03        |
| Rse                              |         | 0,05          | 0,05        |
|                                  |         | Rt            | 1,53        |
|                                  |         | <b>U1</b>     | <b>0,65</b> |

Tabla 40: Calculo de transmitancia térmica muros segundo nivel

Fuente: Elaboración propia

| U2            |         |               |            |
|---------------|---------|---------------|------------|
| Elemento      | Espesor | Conductividad | Valor      |
| Rsi           |         | 0,12          | 0,12       |
| poligyp       | 0,03    | 0,057         | 0,53       |
| OSB           | 0,009   | 0,23          | 0,04       |
| Poliestireno  | 0,05    | 0,043         | 1,16       |
| OSB           | 0,0095  | 0,23          | 0,04       |
| Fibro cemento | 0,006   | 0,23          | 0,03       |
| Rse           |         | 0,05          | 0,05       |
|               |         | Rt            | 2,0        |
|               |         | <b>U2</b>     | <b>0,5</b> |

Tabla 41: Calculo de transmitancia térmica muros segundo nivel

Fuente: Elaboración propia

|                    | Valor       | %                         |
|--------------------|-------------|---------------------------|
| U1                 | 0,65        | 15%                       |
| U2                 | 0,5         | 85%                       |
| <b>U ponderado</b> | <b>0,53</b> | <b>(w/m<sup>2</sup>k)</b> |

*Tabla 42: Calculo de transmitancia térmica muros segundo nivel*

*Fuente: Elaboración propia*

### Propuesta para la techumbre

El plan de descontaminación para las comunas de concepción metropolitano nos entrega diferentes soluciones de acondicionamiento térmico para la techumbre, esto de acuerdo con la diferencia de U de acuerdo con la normativa del PPDA.

La solución efectiva es instalar un material aislante térmico consistente en lana de fibra de vidrio papel una cara de espesor  $e=120\text{ mm}$  y conductividad de  $0,042\text{ W/m}^2\text{°K}$ .

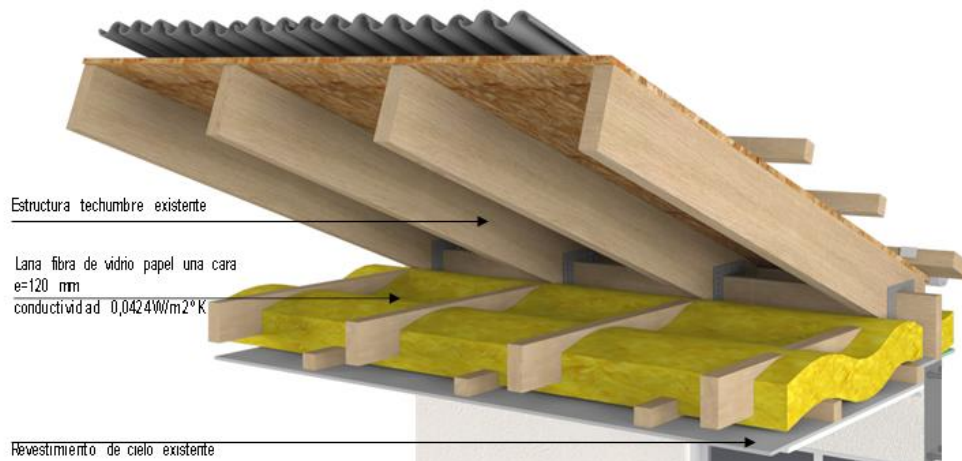


*Imagen 31: aislante térmico techumbre*

*Fuente: plan de descontaminación atmosférica*

## Transmitancia térmica obtenida

| Cálculo de transmitancia térmica |         |               |             |
|----------------------------------|---------|---------------|-------------|
| U1                               |         |               |             |
| Elemento                         | Espesor | Conductividad | Valor       |
| Rsi                              |         | 0,1           | 0,1         |
| Terciado ranurado                | 0,009   | 0,28          | 0,03        |
| lana de vidrio                   | 0,12    | 0,042         | 2,86        |
| Pino                             | 0,051   | 0,104         | 0,49        |
| Rse                              |         | 0,1           | 0,1         |
|                                  |         | Rt            | 3,58        |
|                                  |         | <b>U</b>      | <b>0,28</b> |

Tabla 43: Calculo de transmitancia térmica techumbre

Fuente: Elaboración propia

| U2                |         |               |             |
|-------------------|---------|---------------|-------------|
| Elemento          | Espesor | Conductividad | Valor       |
| Rsi               |         | 0,17          | 0,17        |
| lana de vidrio    | 0,12    | 0,042         | 2,86        |
| terciado ranurado | 0,009   | 0,28          | 0,03        |
| Rse               |         | 0,05          | 0,05        |
|                   |         | Rt            | 3,1         |
|                   |         | <b>U</b>      | <b>0,32</b> |

Tabla 44: Calculo de transmitancia térmica techumbre

Fuente: Elaboración propia

|    | Valor | %   |
|----|-------|-----|
| U1 | 0,28  | 3%  |
| U2 | 0,3   | 97% |

Tabla 45: Calculo de transmitancia térmica techumbre

Fuente: Elaboración propia

|             |      |                      |
|-------------|------|----------------------|
| U ponderado | 0,32 | (w/m <sup>2</sup> k) |
|-------------|------|----------------------|

*Tabla 46: Calculo de transmitancia térmica techumbre*

*Fuente: Elaboración propia*

### **Propuesta para piso**

En el caso del piso el PPDA establece que para minimizar el puente térmico en los pisos en contacto con el terreno deberá incorporar aislamiento térmico con una resistencia térmica R100.( *plan de prevención y de descontaminación atmosférica para las comunas de concepción metropolitano*)

Es por lo mencionado anterior mente es que se propone instalar barrera térmica aislante con refuerzo MIC. Está compuesto por láminas con doble cara de aluminio brillante para brindar una eficiente y durable aislación térmica a bajo costo, además de construir una eficaz barrera contra la humedad.



**Imagen 32: barrera térmica aislante**

Fuente: Imagen web

El pavimento de terminación en el piso será de flotante vinílico SPC (Stone Plastic Composite) también conocidos como pisos rígidos de vinilo, con espesor de 5 mm, el cual tiene la capacidad de ser impermeable lo que le permite ser un revestimiento para pisos de interior y exterior, tanto para casas, departamentos, oficinas, locales comerciales, incluidos baños y cocinas .consta con una capa de aislación térmica y acústica, tiene un sistema click y de auto nivelación por los cual su instalación es más fácil.

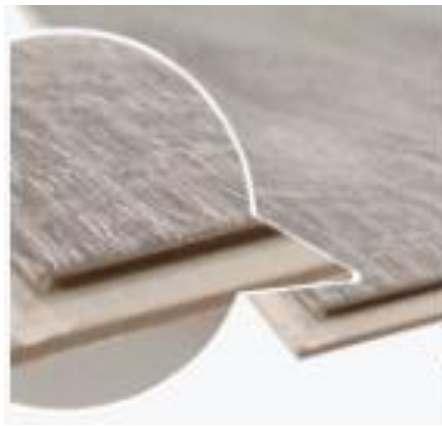


*Imagen 33: revestimiento piso*

*Fuente: Imagen web*

### **Propuesta para reforzar la aislación térmica en los muros**

Debido a los cambios de temperatura en los cuales ha habido en los últimos años , es que se decidido reforzar la aislación en las paredes con pintura térmica. Se trata del producto llamado Termiprotec, el cual es una pintura térmica que aplicado en su interior actuará por su poder reflectante como una barrera que evita que el calor generado por la calefacción salga a través de las paredes el cual ayuda a reducir desde hasta un 40% en el consumo de calefacción.

Esta pintura puede ser aplicada en zinc, hormigón, ladrillo, cartón yeso, madera, vidrio, revestimientos, pizarra, etc. La forma de aplicar es con rociador o con rodillo o brocha.

Su efectividad es gracias a la utilización de los aerogeles que son materiales de última generación en base a la nanotecnología. Contiene burbujas de tamaño nanométrico que lo hace un material de aislamiento excelente.



*Imagen 34: Termiprotec interior*

*Fuente: Termiprotec*

## Extractor cocina

Debido a los altos índices de material particulado que se ven reflejado al momento de encender la cocina a leña, es que se a propuesto instalar un extractor de aire con el fin de poder reducir la cantidad de partículas de Mp10 y MP2,5 debido a que si una personas se encuentra a una exposición sobre los 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  como concentración diaria se producen daños en la salud.

La cocina posee un volumen de 39 m<sup>3</sup> por cual para obtener el caudal mínimo esta se debe multiplicar por 7 a lo cual nos da un caudal de 273,7 m<sup>3</sup>/h. Por lo mencionado es que se determina la instalación de un extractor De Aire Decor capacidad de 280 m<sup>3</sup>/h el cual ira puesto en el cielo de la cocina.



*Imagen 35: extractor*

*Fuente: imagen web*

#### **CAPITULO IV : Evaluar económicamente las soluciones propuestas.**

En este capítulo, se realizará un análisis en las fichas técnicas de los materiales para la solución térmica, con su respectivo análisis de precio unitario y el presupuesto final del proyecto.

### **Ficha técnica sistema EIFS**

#### Elementos:

- Adhesivo para el pegado del Poliestireno al sustrato (muro)
- Poliestireno Expandido (EPS) de alta densidad de espesor de 50 mm
- Malla de fibra de vidrio
- Estuco elastomérico
- retro envoltura malla F.V
- Pasta texturizada.

#### Instalación:

##### 1- Limpieza en la fachada:

Se deberá realizar una limpieza en la fachada antes de la instalación del sistema con el fin de una superficie lisa y homogénea.

##### 2- Retro envoltura o encapsulamiento de bordes:

Adherir una malla de refuerzo a la base del muro la cual se enrollará alrededor del borde

del poliestireno expandido produciendo la retro envoltura o encapsulamiento. También este procedimiento se puede lograr instalando un perfil metálico llamado perfil de arranque, cuyos anclajes al sustrato deberán estar separados a 30 cm mínimo.

3- Instalación planchas de poliestireno expandido.

Instalar las planchas de Poliestireno expandido de espesor  $e = 50$  mm y densidad  $d = 20$  kg/m<sup>3</sup>. La fijación se realizará con adhesivo especial para este sistema. Antes de colocar el poliestireno expandido sobre el muro se debe asegurar que no quede exceso de adhesivo en los bordes de las planchas. Cualquier adhesivo que se acumule entre ellas creará “puentes térmicos”.

4- Instalación malla fibra de vidrio y capa base estuco elastomérico.

Toda la superficie resultante de poliestireno expandido será cubierta con malla de fibra de vidrio reforzada, con resistencia a la tracción no menos de 1900 N/ 5cm, y fijada con 3 Kg/m<sup>2</sup> de pasta adhesiva, incluyendo perfiles de refuerzo. La malla de fibra de vidrio deberá quedar completamente cubierta por la capa de estuco de manera que no sea visible. Los bordes de la malla de fibra de vidrio deberán traslaparse un mínimo de 64 mm. Si la malla está colocada a tope provocará grietas en las capas de base y de enlucido.

5- Refuerzos en vanos y esquinas.

Para la protección de vanos y esquinas se deberán instalar tiras de malla de fibra de vidrio con esquineros incorporados. El ancho mínimo de las tiras de malla de fibra de vidrio deberá ser de 15 cm. En las esquinas y cabezales de las ventanas se deberán pegar tiras de malla de fibra de vidrio en diagonal al vano antes de la aplicación de la malla en toda la superficie del muro. En los bordes interiores de las ventanas y puertas se deberá colocar una malla de refuerzo. En las esquinas del muro se deberán colocar dos capas de malla de fibra de vidrio de a lo menos 40 cm de ancho para reforzar estos puntos.

## 6- Terminación.

aplicar la pasta texturada con color, directamente sobre la capa base de estuco elastomérico solamente después que la capa base se haya secado completamente. Se recomienda un tiempo de secado mínimo de 24 horas.

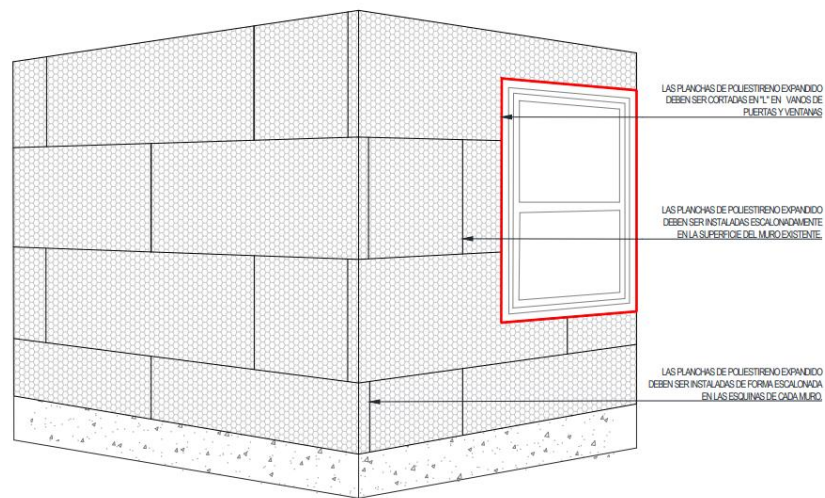


Imagen 36: instalación sistema E.I.F.S

Fuente: *plan de descontaminación atmosférica*

## A.P.U

| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS                                               |                                                 |              |         |                    |          |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------|---------|--------------------|----------|
| APU:                                                                        |                                                 | Sistema EIFS |         | Unidad             | M2       |
| PROYECTO: MEJORAMIENTO TÉRMICO DE UNA VIVIENDA UBICADA EN LA COMUNA DE LOTA |                                                 |              |         | Cantidad:          | 1        |
| A MATERIALES                                                                |                                                 |              |         |                    |          |
| Nº                                                                          | Item                                            | Unid.        | Cantid. | Precio Unit.       | Total    |
| 1                                                                           | Poliestireno expandido 50 mm 20kg/m3            | Paquete      | 0,17    | \$9.979            | \$1.696  |
| 2                                                                           | Adhesivo EIFS saco 20 kg                        | Saco         | 0,2     | \$15.188           | \$3.038  |
| 3                                                                           | Malla fibre de vidrio EIFS 153 gr/m2            | Rollo        | 0,02    | \$54.027           | \$1.081  |
| 4                                                                           | Esquinero metálico flexible 0,05 x 30m          | Rollo        | 0,66    | \$11.690           | \$7.715  |
| 5                                                                           | Esquinero PVC cortagotas 2,5 x 0,005m           | C/U          | 0,4     | \$5.930            | \$2.372  |
| 6                                                                           | Textura Fachada EIFS grano fino blanco invierno | Tineta       | 0,13    | \$46.161           | \$6.001  |
|                                                                             |                                                 |              |         |                    | \$0      |
|                                                                             |                                                 |              |         | Total A            | \$21.903 |
|                                                                             |                                                 |              |         | Unitario A         |          |
| B MAQUINAS Y EQUIPOS                                                        |                                                 |              |         |                    |          |
| Nº                                                                          | Item                                            | Unid.        | Cantid. | Precio Unit.       | Total    |
| 1                                                                           | Desgaste de herramientas                        | GL           | 5%      | \$13.085           | 654,25   |
|                                                                             |                                                 |              |         |                    | 0        |
|                                                                             |                                                 |              |         |                    | 0        |
|                                                                             |                                                 |              |         |                    | 0        |
|                                                                             |                                                 |              |         |                    | 0        |
|                                                                             |                                                 |              |         |                    | 0        |
|                                                                             |                                                 |              |         |                    | 0        |
|                                                                             |                                                 |              |         | Total B            | 654,25   |
|                                                                             |                                                 |              |         | Unitario B         |          |
| C MANO DE OBRA                                                              |                                                 |              |         |                    |          |
| Nº                                                                          | Item                                            | Unid.        | Cantid. | Precio Unit.       | Total    |
| 1                                                                           | Ayudante                                        | HD           | 0,25    | \$ 20.140          | 5035     |
| 2                                                                           | Maestro                                         | HD           | 0,25    | \$32.200           | 8050     |
|                                                                             |                                                 |              |         |                    | 0        |
|                                                                             |                                                 |              |         |                    | 0        |
|                                                                             |                                                 |              |         |                    | 0        |
|                                                                             |                                                 |              |         |                    | 0        |
|                                                                             |                                                 |              |         |                    | 0        |
|                                                                             |                                                 |              |         |                    | 0        |
|                                                                             |                                                 |              |         | Sub Total C        | \$13.085 |
|                                                                             |                                                 |              |         | 30% leyes Sociales | \$3.926  |
|                                                                             |                                                 |              |         | Totall C           | \$17.011 |
|                                                                             |                                                 |              |         | Unitario C:        |          |
| D.- Total costo directo (A+B+C)                                             |                                                 |              |         |                    | \$39.568 |

Tabla 47: análisis de precio unitario sistema E.I.F.S.

Fuente: elaboración propia

## **Ficha técnica Poligyp**

Placa de Yeso Cartón a la que se le adhiere una placa de Poliestireno Expandido (EPS) que entrega una excelente solución como revestimiento térmico interior.

### Dimensiones

Las planchas térmicas Poligyp están disponibles en dimensiones de 120x240 cm y otras a pedidos especiales. El espesor puede variar de acuerdo con el requerimiento térmico, pudiendo ser desde 20 mm hasta 70 mm.

### Datos Técnicos.

Gracias a la baja conductividad térmica del EPS puedes lograr una mayor aislación térmica al interior de tu vivienda, utilizando Poligyp en todas tus paredes perimetrales. En el caso de este proyecto se instalará poligyp de 60 mm con conductividad térmica de  $0,04769 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$  en el primer nivel y en el segundo poligyp de 30 mm con conductividad térmica de  $0,03 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ .

### Usos

Revestimiento de muros perimetrales nuevos o antiguos de hormigón armado, albañilería u otros.

## Principales ventajas

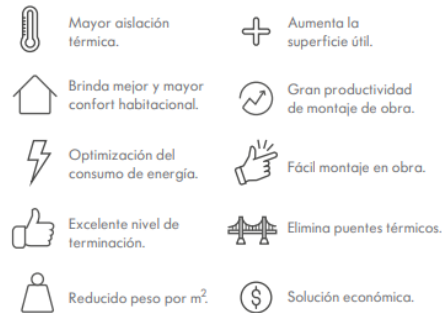


Imagen 37: ventajas de sistema Poligyp

Fuente: Imagen web

## Instalación

- 1- La superficie deberá estar limpia, seca y ser lo más plana posible. Trazar en el piso y replantear en la losa-cielo el emplazamiento final de Revestimiento Térmico.
- 2- Medir la altura de piso a cielo, trasladar esta cota sobre el Revestimiento Térmico restando 20 mm, trazar la línea de corte y corta.
- 3- Disponer 10 motas de Pegamento Poligyp por m<sup>2</sup>, cada 40 cm en el horizontal y 40 cm en el sentido vertical, de aprox. 10 cm de diámetro y 5 cm. de espesor.
- 4- Alinee, ajuste o aplome el Revestimiento Térmico, apoyando una regla metálica y golpeando con un mazo de goma hasta lograr línea o aplome. Tomar siempre como referencia las auxiliares trazadas inicialmente.(se debe dejar una separación de 10 mm entre el piso y cielo.

## A.P.U

| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS                                               |                                |                                     |         |                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------|---------------------------------|-----------|
| APU:                                                                        |                                | Sistema POLIGYP Muro de albañilería |         |                                 | Unidad M2 |
| PROYECTO: MEJORAMIENTO TÉRMICO DE UNA VIVIENDA UBICADA EN LA COMUNA DE LOTA |                                |                                     |         | Cantidad:                       | 1         |
| A MATERIALES                                                                |                                |                                     |         |                                 |           |
| N°                                                                          | Item                           | Unid.                               | Cantid. | Precio Unit.                    | Total     |
| 1                                                                           | Poligyp 60 mm                  | Unid.                               | 0,35    | \$32.940                        | \$11.529  |
| 2                                                                           | Adhesivo Poligyp Saco de 25 kg | Unid.                               | 0,14    | \$16.773                        | \$2.348   |
| 3                                                                           |                                |                                     |         |                                 |           |
| 4                                                                           |                                |                                     |         |                                 |           |
| 5                                                                           |                                |                                     |         |                                 |           |
| 6                                                                           |                                |                                     |         |                                 |           |
|                                                                             |                                |                                     |         |                                 |           |
|                                                                             |                                |                                     |         | Total A                         | \$13.877  |
|                                                                             |                                |                                     |         | Unitario A                      |           |
| B MAQUINAS Y EQUIPOS                                                        |                                |                                     |         |                                 |           |
| N°                                                                          | Item                           | Unid.                               | Cantid. | Precio Unit.                    | Total     |
| 1                                                                           | Desgaste de herramienta        | GL                                  | 5%      | \$3.140                         | 157,02    |
|                                                                             |                                |                                     |         |                                 | 0         |
|                                                                             |                                |                                     |         |                                 | 0         |
|                                                                             |                                |                                     |         |                                 | 0         |
|                                                                             |                                |                                     |         |                                 | 0         |
|                                                                             |                                |                                     |         |                                 | 0         |
|                                                                             |                                |                                     |         |                                 | 0         |
|                                                                             |                                |                                     |         | Total B                         | 157,02    |
|                                                                             |                                |                                     |         | Unitario B                      |           |
| C MANO DE OBRA                                                              |                                |                                     |         |                                 |           |
| N°                                                                          | Item                           | Unid.                               | Cantid. | Precio Unit.                    | Total     |
| 1                                                                           | Ayudante                       | HD                                  | 0,06    | \$ 32.200                       | 1932      |
| 2                                                                           | Maestro                        | HD                                  | 0,06    | \$20.140                        | 1208,4    |
|                                                                             |                                |                                     |         |                                 | 0         |
|                                                                             |                                |                                     |         |                                 | 0         |
|                                                                             |                                |                                     |         |                                 | 0         |
|                                                                             |                                |                                     |         |                                 | 0         |
|                                                                             |                                |                                     |         |                                 | 0         |
|                                                                             |                                |                                     |         |                                 | 0         |
|                                                                             |                                |                                     |         | Sub Total C                     | \$3.140   |
|                                                                             |                                |                                     |         | 30% leyes Sociales              | \$942     |
|                                                                             |                                |                                     |         | Totall C                        | \$4.083   |
|                                                                             |                                |                                     |         | Unitario C:                     |           |
|                                                                             |                                |                                     |         | D.- Total costo directo (A+B+C) | \$18.117  |

Tabla 48: análisis de precio unitario Poligyp

Fuente: elaboración propia

| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS                                               |                                |                                           |         |                    |          |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|---------|--------------------|----------|----|
| APU:                                                                        |                                | Sistema POLIGYP Muro de Tabique de Madera |         |                    | Unidad   | M2 |
| PROYECTO: MEJORAMIENTO TÉRMICO DE UNA VIVIENDA UBICADA EN LA COMUNA DE LOTA |                                |                                           |         | Cantidad:          | 1        |    |
| A MATERIALES                                                                |                                |                                           |         |                    |          |    |
| Nº                                                                          | Item                           | Unid.                                     | Cantid. | Precio Unit.       | Total    |    |
| 1                                                                           | Poligyp 30 mm                  | unid.                                     | 0,35    | \$24.453           | \$8.559  |    |
| 2                                                                           | Adhesivo Poligyp Saco de 25 kg | unid.                                     | 0,14    | \$16.773           | \$2.348  |    |
| 3                                                                           |                                |                                           |         |                    |          |    |
| 4                                                                           |                                |                                           |         |                    |          |    |
| 5                                                                           |                                |                                           |         |                    |          |    |
| 6                                                                           |                                |                                           |         |                    |          |    |
|                                                                             |                                |                                           |         | Total A            | \$10.907 |    |
| Unitario A                                                                  |                                |                                           |         |                    |          |    |
| B MAQUINAS Y EQUIPOS                                                        |                                |                                           |         |                    |          |    |
| Nº                                                                          | Item                           | Unid.                                     | Cantid. | Precio Unit.       | Total    |    |
| 1                                                                           | Desgaste de herramienta        | GL                                        | 5%      | \$3.402            | 170      |    |
|                                                                             |                                |                                           |         |                    | 0        |    |
|                                                                             |                                |                                           |         |                    | 0        |    |
|                                                                             |                                |                                           |         |                    | 0        |    |
|                                                                             |                                |                                           |         |                    | 0        |    |
|                                                                             |                                |                                           |         |                    | 0        |    |
|                                                                             |                                |                                           |         |                    | 0        |    |
|                                                                             |                                |                                           |         | Total B            | 170,105  |    |
| Unitario B                                                                  |                                |                                           |         |                    |          |    |
| C MANO DE OBRA                                                              |                                |                                           |         |                    |          |    |
| Nº                                                                          | Item                           | Unid.                                     | Cantid. | Precio Unit.       | Total    |    |
| 1                                                                           | Maestro                        | HD                                        | 0,05    | \$32.200           | 1610     |    |
| 2                                                                           | Ayudante                       | HD                                        | 0,05    | \$20.140           | 1007     |    |
|                                                                             |                                |                                           |         |                    | 0        |    |
|                                                                             |                                |                                           |         |                    | 0        |    |
|                                                                             |                                |                                           |         |                    | 0        |    |
|                                                                             |                                |                                           |         |                    | 0        |    |
|                                                                             |                                |                                           |         |                    | 0        |    |
|                                                                             |                                |                                           |         | Sub Total C        | \$2.617  |    |
|                                                                             |                                |                                           |         | 30% leyes Sociales | \$785    |    |
|                                                                             |                                |                                           |         | Total C            | \$3.402  |    |
|                                                                             |                                |                                           |         | Unitario C:        |          |    |
| D.- Total costo directo (A+B+C)                                             |                                |                                           |         |                    | \$14.479 |    |

Tabla 49: análisis de precio unitario Poligyp

Fuente: elaboración propia

## **Ficha técnica Lana de Vidrio P-kraft 1C**

Un producto fabricado a altas temperaturas fundiendo arenas con alto contenido de sílice más otros insumos, el resultado final es un producto fibroso de óptimas propiedades de aislamiento térmico y acústico, de elevada resiliencia y estabilidad dimensional.

### Absorción acústica

AislanGlass otorga los beneficios de absorción y aislación acústicas, ya que su estructura elástica amortigua las ondas sonoras incidentes, logrando un excelente nivel de acondicionamiento acústico de ambientes y reducción de ruidos desde el entorno.

### Aislación térmica

Presenta una elevada resistencia al paso de flujos calóricos entre un ambiente acondicionado y su entorno, debido a su alta Resistencia Térmica (R) con una conductividad térmica de 0,042 W/m\*K.

### Ahorro de energía

favorece la economía del hogar al impedir pérdidas de calor, lo cual redunda en menores gastos de energía. Se presta particularmente bien para la aislación de techumbres, pues cubre completamente la superficie sin dejar intersticios.

### Rollo Papel Una Cara Rollo flexible con papel Kraft

El papel Kraft es un soporte mecánico y barrera de vapor por una de sus caras. Es un rollo libre, al que se le adhiere en una de sus caras un recubrimiento en base a papel Kraft con polietileno. La adhesión es permanente y resistente a los esfuerzos mecánicos aplicados durante su instalación. Además, gracias al delgado film de polietileno fundido en la zona de contacto de la lana y el papel, sus índices de permeancia al vapor de agua son muy bajos, lo que le confiere excelentes propiedades como barrera al vapor. En estos casos, el papel enfrenta el ambiente de mayor temperatura. Además, este recubrimiento mejora la auto sustentación del producto en las soluciones constructivas en que se utiliza. aplicaciones en Aislación de tabiques, cielos modulares, techumbres y muros perimetrales.

### Instalación.

Al iniciar la instalación, se deberá proceder desde el borde del alero hacia el interior de la vivienda, la cara de papel deberá ir hacia arriba con el fin de que si por x motivo se necesita instalar otra capa de aislante.



*Imagen 38: rollo lana con papel Kraft*

*Fuente imagen web*

**A.P.U.**

| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS       |                                                      |       |         |              |         |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------|-------|---------|--------------|---------|
| APU:                                |                                                      |       |         | Unidad       | M2      |
| PROYECTO: Lana de Vidrio P-kraft 1C |                                                      |       |         | Cantidad:    | 1       |
| A MATERIALES                        |                                                      |       |         |              |         |
| Nº                                  | Item                                                 | Unid. | Cantid. | Precio Unit. | Total   |
| 1                                   | Aislanglass Rollo P-KRAFT 1C 120MM R100/282 1.2 X7.5 | unid. | 0,11    | \$47.490     | \$5.224 |
| 2                                   |                                                      |       |         |              |         |
| 3                                   |                                                      |       |         |              |         |
| 4                                   |                                                      |       |         |              |         |
| 5                                   |                                                      |       |         |              |         |
| 6                                   |                                                      |       |         |              |         |
| Total A                             |                                                      |       |         |              | \$5.224 |
| Unitario A                          |                                                      |       |         |              |         |
| B MAQUINAS Y EQUIPOS                |                                                      |       |         |              |         |
| Nº                                  | Item                                                 | Unid. | Cantid. | Precio Unit. | Total   |
| 1                                   |                                                      |       |         |              |         |
|                                     |                                                      |       |         |              | 0       |
|                                     |                                                      |       |         |              | 0       |
|                                     |                                                      |       |         |              | 0       |
|                                     |                                                      |       |         |              | 0       |
|                                     |                                                      |       |         |              | 0       |
|                                     |                                                      |       |         |              | 0       |
| Total B                             |                                                      |       |         |              | 0,0     |
| Unitario B                          |                                                      |       |         |              |         |
| C MANO DE OBRA                      |                                                      |       |         |              |         |
| Nº                                  | Item                                                 | Unid. | Cantid. | Precio Unit. | Total   |
| 1                                   | Jornal                                               | HD    | 0,05    | \$15.947     | \$797   |
|                                     |                                                      |       |         |              | 0       |
|                                     |                                                      |       |         |              | 0       |
|                                     |                                                      |       |         |              | 0       |
|                                     |                                                      |       |         |              | 0       |
|                                     |                                                      |       |         |              | 0       |
|                                     |                                                      |       |         |              | 0       |
| Sub Total C                         |                                                      |       |         |              | \$797   |
| 30% leyes Sociales                  |                                                      |       |         |              | \$239   |
| Totall C                            |                                                      |       |         |              | \$1.037 |
| Unitario C:                         |                                                      |       |         |              |         |
| D.- Total costo directo (A+B+C)     |                                                      |       |         |              | \$6.260 |

*Tabla 50: análisis de precio unitario lana.*

*Fuente: elaboración propia*

## **Ficha técnica de Barrera Térmica Radiante Con Refuerzo Altermic.**

Barrera térmica que posee lámina con doble cara de aluminio brillante para brindar una eficiente y durable aislación térmica a bajo costo, además de construir una eficaz barrera contra la humedad y condensación. Compuesto por 6 capas:

- Aluminio
- Polietileno
- Refuerzo
- Papel Kraft
- Polietileno
- Aluminio.

### Ventajas

- $R100 = 77$  a  $261$
- Alta resistencia a la tracción y cizalle.
- Adhesión permanente entre capas.
- Mayor eficiencia en reducción del calor ganado en verano.
- Mayor eficiencia del calor perdido en invierno.
- Doble cara de aluminio.

### Aplicación

- 1- Industrial (galpones)
- 2- Vivienda (muros, techumbre y piso)

### Instalación

- La zona en la cual se instalará la barrera térmica debe ser una superficie limpia.
- La barrera deberá abarcar toda la superficie para que no existan puentes térmicos.
- Las uniones entre piso y muro se deberán realizar con una cinta De Aluminio 50 Micrones



*Imagen 39: Barrera térmica*

*Fuente: Imagen web*

## **Ficha técnica piso flotante vinílico SPC click.**

Excelente revestimiento para pisos de interior y exterior (Bajo techo), tanto para casas, departamentos, oficinas, locales comerciales, incluidos baños y cocinas, gracias a ser un producto resistente al agua y alta resistencia al desgaste.

Producto muy fácil de limpiar, no requiere aplicar cera o productos especializados para su mantención. Diseño y textura que logra notables similitudes a la madera, También conocidos como pisos flotantes o laminas 3D, son impermeables y anti-bacteriales, por lo que ofrecen alta resistencia en ambientes húmedos como cocinas y baños. Además de contar con un sistema autonivelante por lo cual no será necesaria la instalación de espuma niveladora.

### Ventajas:

- \*Instalación: Sistema click.
- \*Tablas con aislante térmico y acústico.
- \*Comportamiento antiestático.
- \*Fácil mantención y limpieza.
- \*Anti-bacterial.
- \*100% impermeable.
- \* autonivelante.

## Instalación



*Imagen 40: instalación revestimiento de piso*

*Fuente: imagen web*

**A.P.U.**

| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS                                                    |                                                               |       |         |              |          |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------|---------|--------------|----------|
| APU:                                                                             |                                                               |       |         | Unidad       | M2       |
| PROYECTO: barrera termica aislante y revestimiento de piso flotante vinilico SPC |                                                               |       |         | Cantidad:    | 1        |
| <b>A MATERIALES</b>                                                              |                                                               |       |         |              |          |
| Nº                                                                               | Item                                                          | Unid. | Cantid. | Precio Unit. | Total    |
| 1                                                                                | Barrera Térmica Radiante Con Refuerzo Altermic rollo de 30 m2 | unid. | 0,033   | \$56.355     | \$1.860  |
| 2                                                                                | Cinta De Aluminio 50 Micrones (75mm Ancho 50 Metros Largo)    | unid. | 0,04    | \$9.570      | \$383    |
| 3                                                                                | PISO FLOTANTE VINÍLICO SPC CLICK hogadepot caja 2,7m2         | unid. | 0,4     | \$31.581     | \$12.632 |
| 4                                                                                |                                                               |       |         |              |          |
| 5                                                                                |                                                               |       |         |              |          |
| 6                                                                                |                                                               |       |         |              |          |
| 7                                                                                |                                                               |       |         |              |          |
| 8                                                                                |                                                               |       |         |              |          |
| Total A                                                                          |                                                               |       |         |              | \$14.875 |
| Unitario A                                                                       |                                                               |       |         |              |          |
| <b>B MAQUINAS Y EQUIPOS</b>                                                      |                                                               |       |         |              |          |
| Nº                                                                               | Item                                                          | Unid. | Cantid. | Precio Unit. | Total    |
| 1                                                                                | Desgaste de herramienta                                       | GL    | 5%      | \$3.402      | \$170    |
| 2                                                                                |                                                               |       |         |              |          |
| 3                                                                                |                                                               |       |         |              |          |
| 4                                                                                |                                                               |       |         |              |          |
| 5                                                                                |                                                               |       |         |              |          |
| 6                                                                                |                                                               |       |         |              |          |
| 7                                                                                |                                                               |       |         |              |          |
| 8                                                                                |                                                               |       |         |              |          |
| Total B                                                                          |                                                               |       |         |              | \$170    |
| Unitario B                                                                       |                                                               |       |         |              |          |
| <b>C MANO DE OBRA</b>                                                            |                                                               |       |         |              |          |
| Nº                                                                               | Item                                                          | Unid. | Cantid. | Precio Unit. | Total    |
| 1                                                                                | Maestro                                                       | HD    | 0,05    | \$32.200     | \$1.610  |
| 2                                                                                | Ayudante                                                      | HD    | 0,05    | \$20.140     | \$1.007  |
|                                                                                  |                                                               |       |         |              | 0        |
|                                                                                  |                                                               |       |         |              | 0        |
|                                                                                  |                                                               |       |         |              | 0        |
|                                                                                  |                                                               |       |         |              | 0        |
|                                                                                  |                                                               |       |         |              | 0        |
|                                                                                  |                                                               |       |         |              | 0        |
| Sub Total C                                                                      |                                                               |       |         |              | \$2.617  |
| 30% leyes Sociales                                                               |                                                               |       |         |              | \$785    |
| Total C                                                                          |                                                               |       |         |              | \$3.402  |
| Unitario C:                                                                      |                                                               |       |         |              |          |
| D.- Total costo directo (A+B+C)                                                  |                                                               |       |         |              | \$18.447 |

*Tabla 51: análisis de precio unitario barrera térmica.*

*Fuente: elaboración propia*

| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS                                |                         |        |         |                    |         |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------|--------|---------|--------------------|---------|
| APU:                                                         | OSB 9mm                 | Unidad | M2      |                    |         |
| PROYECTO: MEJORAMIENTO TÉRMICO DE UNA VIVIENDA UBICADA EN LA |                         |        |         | Cantidad:          | 1       |
| A MATERIALES                                                 |                         |        |         |                    |         |
| Nº                                                           | Item                    | Unid.  | Cantid. | Precio Unit.       | Total   |
| 1                                                            | OSB 9 mm                | unid.  | 0,34    | \$7.847            | \$2.668 |
| 2                                                            | CLAVO CORRIENTE 2 1/2   | unid.  | 0,045   | \$2.042            | \$92    |
| 3                                                            |                         |        |         |                    |         |
| 4                                                            |                         |        |         |                    |         |
| 5                                                            |                         |        |         |                    |         |
| 6                                                            |                         |        |         |                    |         |
|                                                              |                         |        |         |                    |         |
|                                                              |                         |        |         | Total A            | \$2.760 |
|                                                              |                         |        |         | Unitario A         |         |
| B MAQUINAS Y EQUIPOS                                         |                         |        |         |                    |         |
| Nº                                                           | Item                    | Unid.  | Cantid. | Precio Unit.       | Total   |
| 1                                                            | Desgaste de herramienta | GL     | 5%      | \$2.245            | 112,3   |
|                                                              |                         |        |         |                    | 0       |
|                                                              |                         |        |         |                    | 0       |
|                                                              |                         |        |         |                    | 0       |
|                                                              |                         |        |         |                    | 0       |
|                                                              |                         |        |         |                    | 0       |
|                                                              |                         |        |         |                    | 0       |
|                                                              |                         |        |         | Total B            | 112,3   |
|                                                              |                         |        |         | Unitario B         |         |
| C MANO DE OBRA                                               |                         |        |         |                    |         |
| Nº                                                           | Item                    | Unid.  | Cantid. | Precio Unit.       | Total   |
| 1                                                            | Maestro                 | HD     | 0,033   | \$32.200           | 1062,6  |
| 2                                                            | Ayudante                | HD     | 0,033   | \$20.140           | 664,62  |
|                                                              |                         |        |         |                    | 0       |
|                                                              |                         |        |         |                    | 0       |
|                                                              |                         |        |         |                    | 0       |
|                                                              |                         |        |         |                    | 0       |
|                                                              |                         |        |         |                    | 0       |
|                                                              |                         |        |         |                    | 0       |
|                                                              |                         |        |         | Sub Total C        | \$1.727 |
|                                                              |                         |        |         | 30% leyes Sociales | \$518   |
|                                                              |                         |        |         | Totall C           | \$2.245 |
|                                                              |                         |        |         | Unitario C:        |         |
| D.- Total costo directo (A+B+C)                              |                         |        |         |                    | \$5.118 |

Tabla 52: análisis de precio unitario OSB

Fuente: elaboración propia

| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS        |          |       |         |                                 |         |
|--------------------------------------|----------|-------|---------|---------------------------------|---------|
| APU:                                 |          |       |         | Unidad                          | M2      |
| PROYECTO: Desarme revestimiento muro |          |       |         | Cantidad:                       | 1       |
| A MATERIALES                         |          |       |         |                                 |         |
| Nº                                   | Item     | Unid. | Cantid. | Precio Unit.                    | Total   |
| 1                                    |          |       |         |                                 |         |
| 2                                    |          |       |         |                                 |         |
| 3                                    |          |       |         |                                 |         |
| 4                                    |          |       |         |                                 |         |
| 5                                    |          |       |         |                                 |         |
| 6                                    |          |       |         |                                 |         |
| 7                                    |          |       |         |                                 |         |
| 8                                    |          |       |         |                                 |         |
| 9                                    |          |       |         |                                 |         |
| 10                                   |          |       |         |                                 |         |
| 11                                   |          |       |         |                                 |         |
|                                      |          |       |         | Total A                         | \$0     |
|                                      |          |       |         | Unitario A                      |         |
| B MAQUINAS Y EQUIPOS                 |          |       |         |                                 |         |
| Nº                                   | Item     | Unid. | Cantid. | Precio Unit.                    | Total   |
| 1                                    |          |       |         |                                 |         |
| 2                                    |          |       |         |                                 |         |
| 3                                    |          |       |         |                                 |         |
| 4                                    |          |       |         |                                 |         |
| 5                                    |          |       |         |                                 |         |
| 6                                    |          |       |         |                                 |         |
| 7                                    |          |       |         |                                 |         |
| 8                                    |          |       |         |                                 |         |
|                                      |          |       |         | Total B                         | \$0     |
|                                      |          |       |         | Unitario B                      |         |
| C MANO DE OBRA                       |          |       |         |                                 |         |
| Nº                                   | Item     | Unid. | Cantid. | Precio Unit.                    | Total   |
| 1                                    | Maestro  | HD    | 0,018   | \$32.200                        | \$580   |
| 2                                    | Ayudante | HD    | 0,018   | \$20.140                        | \$363   |
|                                      |          |       |         |                                 | 0       |
|                                      |          |       |         |                                 | 0       |
|                                      |          |       |         |                                 | 0       |
|                                      |          |       |         |                                 | 0       |
|                                      |          |       |         |                                 | 0       |
|                                      |          |       |         |                                 | 0       |
|                                      |          |       |         | Sub Total C                     | \$942   |
|                                      |          |       |         | 30% leyes Sociales              | \$283   |
|                                      |          |       |         | Totall C                        | \$1.225 |
|                                      |          |       |         | Unitario C:                     |         |
|                                      |          |       |         | D.- Total costo directo (A+B+C) | \$1.225 |

Tabla 53: análisis de precio unitario desarme de revestimiento de muro.

*Fuente: elaboración propia*

| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS   |                                                   |       |         |                                 |          |
|---------------------------------|---------------------------------------------------|-------|---------|---------------------------------|----------|
| APU:                            |                                                   |       |         | Unidad                          | M2       |
| PROYECTO: Extractor para cocina |                                                   |       |         | Cantidad:                       | 1        |
| <b>A MATERIALES</b>             |                                                   |       |         |                                 |          |
| Nº                              | Item                                              | Unid. | Cantid. | Precio Unit.                    | Total    |
| 1                               | KIT Extractor De Aire Decor capacidad de 280 m3/h | unid. | 1       | \$38.880                        | \$38.880 |
| 2                               |                                                   |       |         |                                 |          |
| 3                               |                                                   |       |         |                                 |          |
| 4                               |                                                   |       |         |                                 |          |
| 5                               |                                                   |       |         |                                 |          |
| 6                               |                                                   |       |         |                                 |          |
| 7                               |                                                   |       |         |                                 |          |
| 8                               |                                                   |       |         |                                 |          |
| 9                               |                                                   |       |         |                                 |          |
| 10                              |                                                   |       |         |                                 |          |
| 11                              |                                                   |       |         |                                 |          |
|                                 |                                                   |       |         | Total A                         | \$38.880 |
|                                 |                                                   |       |         | Unitario A                      |          |
| <b>B MAQUINAS Y EQUIPOS</b>     |                                                   |       |         |                                 |          |
| Nº                              | Item                                              | Unid. | Cantid. | Precio Unit.                    | Total    |
| 1                               | desgaste de herramienta                           | GL    | 5%      | \$14.334                        | \$717    |
| 2                               |                                                   |       |         |                                 |          |
| 3                               |                                                   |       |         |                                 |          |
| 4                               |                                                   |       |         |                                 |          |
| 5                               |                                                   |       |         |                                 |          |
| 6                               |                                                   |       |         |                                 |          |
| 7                               |                                                   |       |         |                                 |          |
| 8                               |                                                   |       |         |                                 |          |
|                                 |                                                   |       |         | Total B                         | \$717    |
|                                 |                                                   |       |         | Unitario B                      |          |
| <b>C MANO DE OBRA</b>           |                                                   |       |         |                                 |          |
| Nº                              | Item                                              | Unid. | Cantid. | Precio Unit.                    | Total    |
| 1                               | electricista                                      | HD    | 0,4     | \$27.566                        | \$11.026 |
|                                 |                                                   |       |         |                                 | 0        |
|                                 |                                                   |       |         |                                 | 0        |
|                                 |                                                   |       |         |                                 | 0        |
|                                 |                                                   |       |         |                                 | 0        |
|                                 |                                                   |       |         |                                 | 0        |
|                                 |                                                   |       |         |                                 | 0        |
|                                 |                                                   |       |         | Sub Total C                     | \$11.026 |
|                                 |                                                   |       |         | 30% leyes Sociales              | \$3.308  |
|                                 |                                                   |       |         | Total C                         | \$14.334 |
|                                 |                                                   |       |         | Unitario C:                     |          |
|                                 |                                                   |       |         | D.- Total costo directo (A+B+C) | \$53.931 |

*Tabla 54: análisis de precio unitario Extractor de aire.*

*Fuente: elaboración propia*

## Presupuesto

| PROYECTO: MEJORAMIENTO TÉRMICO DE UNA VIVIENDA UBICADA EN LA COMUNA DE LOTA |                                                                                    |       |         |                    |             |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|--------------------|-------------|
| Nº                                                                          | PARTIDA                                                                            | Unid. | Cantid. | Precio Unit.       | Total       |
| <b>1</b>                                                                    | <b>CUBIERTA</b>                                                                    |       |         |                    |             |
| 1.1                                                                         | Instalacion lana de vidrio 120MM R100                                              | m2    | 76,5    | \$6.260            | \$478.925   |
| <b>2</b>                                                                    | <b>MURO ALBAÑILERIA</b>                                                            |       |         |                    |             |
| 2.1                                                                         | revet. Sistema EIFS muro extemo                                                    | m2    | 22,1    | \$39.568           | \$874.445   |
| 2.2                                                                         | revet. Sistema Poligyp                                                             | m2    | 45,34   | \$18.117           | \$821.414   |
| <b>3</b>                                                                    | <b>MURO MADERA</b>                                                                 |       |         |                    | \$0         |
| 3.1                                                                         | Desame revestimiento muro                                                          | m2    | 86,6    | \$1.225            | \$106.064   |
| 3.2                                                                         | revet. Sistema EIFS muro extemo                                                    | m2    | 15,8    | \$39.568           | \$625.169   |
| 3.3                                                                         | revet OSB                                                                          | m2    | 48      | \$5.118            | \$245.641   |
| 3.4                                                                         | revet. Sistema Poligyp                                                             | m2    | 48      | \$14.479           | \$694.991   |
| 3.5                                                                         | pintura termiprotec                                                                | m2    | 91      | \$9.942            | \$904.749   |
| <b>4</b>                                                                    | <b>PISO</b>                                                                        |       |         |                    |             |
| 4.1                                                                         | instalacion barrera termica aislante y revestimiento de piso flotante vinilico SPC | m2    | 71,2    | \$18.447           | \$1.313.435 |
| <b>5</b>                                                                    | <b>Instalaciones</b>                                                               |       |         |                    |             |
| 5.1                                                                         | extractor de aire cocina                                                           | gl    | 1       | \$53.931           | \$53.931    |
| <b>6</b>                                                                    | <b>Aseo General</b>                                                                | gl    | 120     | \$415              | \$49.755    |
| COSTO TOTAL DIRECTO                                                         |                                                                                    |       |         | \$6.168.518        |             |
| 15% GASTOS GENERALES                                                        |                                                                                    |       |         | \$925.278          |             |
| 10% UTILIDADES                                                              |                                                                                    |       |         | \$616.852          |             |
| NETO                                                                        |                                                                                    |       |         | \$7.710.647        |             |
| 19% IVA                                                                     |                                                                                    |       |         | \$1.465.023        |             |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO</b>                                                    |                                                                                    |       |         | <b>\$9.175.671</b> |             |

*Tabla 55: ítem Presupuesto*

*Fuente: elaboración propia*

## **Conclusión**

La evaluación detallada del mejoramiento térmico de la vivienda en la Calle Los Alerce n° 60, Población Benjamín Esquella, Comuna de Lota, ha puesto de evidencia una problemática fundamental: la falta de conformidad con las normativas de aislación. Esta falta ha llevado al uso de métodos de calefacción, como la cocina a leña, generando un aumento perjudicial en los niveles de material particulado por ende estaría comprometiendo la salud de los residentes.

La caracterización del entorno bioclimático y el análisis climático promedio en la comuna han destacado la importancia de abordar los desafíos térmicos específicos de la región. El asoleamiento, la predominancia de vientos y la ventilación se han revelado como factores cruciales que deben considerarse en cualquier estrategia de mejora.

El diagnóstico ambiental y constructivo ha confirmado las deficiencias en la aislación en la construcción actual, con muros, pisos y techumbre que no cumplen con las normativas de transmitancia térmica. Además, se ha constatado que las condiciones actuales no proporcionan el confort ambiental deseado, con temperaturas inferiores a los 19 °C.

Las propuestas de mejora se han diseñado en relación con las condiciones específicas de la vivienda. Se propone un reacondicionamiento térmico integral, incluyendo soluciones específicas para cada parte de la estructura. La implementación de sistemas EIFS, Poligyp, y la instalación de materiales aislantes para techumbre y piso se presentan como soluciones efectivas y adaptadas al entorno.

El análisis económico revela un valor final del proyecto de 9.175.671, reflejando la inversión necesaria para mejorar las condiciones térmicas y la eficiencia energética de la vivienda.

En resumen, estas propuestas no solo buscan mejorar la eficiencia térmica y reducir los riesgos para la salud, sino que también aspiran a lograr un entorno interior sostenible y confortable. La concientización sobre la importancia de mantener un hogar saludable se convierte en el elemento central para garantizar el éxito y el impacto positivo de estas intervenciones.

## BIBLIOGRAFIA.

### **Webgrafía.**

- 1- OGUC. Obtenido de Febrero%202018%20(disposiciones%20 transitorias%20-%20 vigencia%20 inmediata)\_22893911895876224.pdf
- 2- <https://ppda.mma.gob.cl/biobio/plan-para-las-comunas-de-concepcion/> (PDA concepción metropolitano)
- 3- <https://naturalcooling.co.uk/optivent/optivent.php> (ventilación natural- software optiven2.0)
- 4- [https://cchc.cl/uploads/archivos/archivos/Manual\\_WEB.PDF](https://cchc.cl/uploads/archivos/archivos/Manual_WEB.PDF) (manual acondicionamiento térmico - CCHC)
- 5- <https://es.weatherspark.com/> (estudio del clima)
- 6- <https://tipbook.iapp.cl/ak/7ba2f4bd8e4ba3715cad4afabda5061914006c38/embed/view/nc h853> (Nch 853).
- 7- <https://www.bcn.cl/leychile/> (biblioteca del congreso nacional de chile)
- 8- <https://andrewmarsh.com/software/sunpath3d-web/> (rotación del sol)
- 9- <http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Eolico2/> (explorador eólico)