UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

SEDE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MUROS VERDES COMO SISTEMA AISLANTE TÉRMICO

Trabajo de Titulación para optar al Título
de Técnico Universitario en CONSTRUCCIÓN

Profesor guía: Sr. Cristopher Pérez Marín

Alumnos: Fabian Alexis Garcés Medina

2021

RESUMEN DEL PROYECTO.

En este proyecto se busca dar solución a una edificación de dos pisos que se encuentra con problemas de aislación térmica debido a que está construida con material de albañilería confinada la cual tiene un alta Transmitancia Térmica U superando la norma establecida de 1,7[$\frac{w}{m^2K}$]

Elemento	Estándar	Valor
Techo	Valor U (W/(m^2K))	0,33
Muro		0,60
Piso ventilado		0,60
Puerta		1,70

Tabla 1: Transmitancia térmica máxima de la envolvente térmica, valores de U.

Fuente: Plan de Prevención y de Descontaminación Atmosférica para las comunas de Concepción Metropolitano,2019.

En verano las temperaturas a causa de la alta irradiación solar afectan significativamente el interior del inmueble y hacen compleja la permanencia en el lugar, sumadas las temperaturas del reflejo de la calle por el efecto isla aumentan más las temperaturas. En invierno a causa del viento y la lluvia que azota el techo y las paredes hacen que la temperatura descienda drásticamente en el primer piso ya que está construido en albañilería confinada teniendo un rango de Transmitancia Térmica U entre 1,93 - 2,48 [$\frac{w}{m^2K}$]) significando que se encuentra fuera de norma establecida por la Ordenanza General de Urbanismo Y Construcciones la que estable una Transmitancia Térmica U máxima de 1,7 [$\frac{w}{m^2K}$].

Por la problemática anteriormente nombrada, se han creado diversos sistemas constructivos destinados a solucionar esta falencia. Dentro de estos sistemas constructivos se encuentran los muros verdes o fachadas verdes los cuales se integran en los muros exteriores de las edificaciones, generando una alternativa eficaz y eficiente para los problemas descritos anteriormente.

Los objetivos principales de este trabajo es analizar el sistema constructivo de muros verdes como un método ecológico para la aislación térmica con el fin de mejorar el confort térmico.

Se analizarán los distintos modelos de muros verde que existen mediante la búsqueda de información fidedigna en plataformas de construcción, libros, publicaciones, fichas constructivas u otras fuentes que aporten información. También se realizarán ensayos con equipos tecnológicos que aporten datos tales como nivel temperatura y humedad.

Las principales hipótesis de nuestro proyecto son que el sistema constructivo con muros

verdes mejora considerablemente la aislación térmica de una vivienda y que la utilización de fachadas verdes puede mejorar la calidad de vida de las personas debido a que están construidos con elementos naturales y los hacen amigables con el medio ambientes.

Los Muros verdes han despertado tanto interés, apareciendo en una gran cantidad de propuestas. Utilizar el plano vertical para que crezcan las plantas parece una solución coherente y de sentido común.

El primer edificio construido en Chile con el sistema constructivo de fachada vegetal fue el edificio Consorcio emplazado en Av. El Bosque 130 – 180, Las Condes, es un verdadero hito en la arquitectura y urbanismo sustentable de la Región Metropolitana, diseñado en 1990 por los arquitectos Enrique Browne y Borja Huidobro fue inaugurado en 1993 y destaca desde entonces, por su diseño y singular tratamiento de su fachada verde.

El muro exterior está cubierto con vegetación trepadora/enredadera sostenida por una estructura vertical que incluye quiebrasoles de aluminio, que la complementan especialmente durante los primeros años de crecimiento de la vegetación. Esta protección contribuye al acondicionamiento térmico con el fin de reducir el sobrecalentamiento producto de la radiación incidente y excesiva sobre la fachada poniente, entre los meses de octubre a marzo, especialmente en los meses de verano, problema que, sumado a la ocupación de las oficinas y el uso de equipos electrónicos, habitualmente implica una mayor demanda de refrigeración.

Figura 1. Edificio Consorcio.

Fuente: Diseño arquitectura, n.d.

INDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN **1**

FORMULACION GENERAL DEL PROBLEMA. **2**

EXPOSICIÓN GENERAL DEL PROYECTO 2
PRINCIPALES INTERROGANTES DEL PROYECTO 2
JUSTIFICACION DEL PROYECTO 3
METODOLOGIA PROPUESTA PARA REALIZAR EL PROYECTO 3
OBJETIVOS DEL PROYECTO 3
OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO 3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 3
MARCO TEORICO 4
MARCO NORMATIVO 8

DESARROLLO DEL PROYECTO **9**

CAPITULO I: TIPOS DE SISTEMAS DE FACHADAS VEGETALES **9**

SISTEMA DE CABLES TRENZADOS 9
ENREJADOS MODULARES 10
FACHADAS VEGETALES INVERNADERO 11
FACHADAS CON COMPARTIMIENTO 13
TIPO ENREDADERA 14
EL SISTEMA JAKOB INOX LINE 15
SISTEMA HIDROPÓNICO 17
SISTEMA F+P 18
SISTEMA ECO.BIN 19

CAPITULO II: CONDICIONES TERMICAS DE LA VIVIENDA EMPLAZADA EN LA COMUNA DE CHIGUAYANTE **21**

TRANSMITANCIA TÉRMICA EN TABIQUE DE MADERA DEL 2° NIVEL 27
TRANSMITANCIA TÉRMICA EN MURO DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN 1°NIVEL 29
RECOPILACIÓN DE DATOS DE TEMPERATURA INTERIOR, EXTERIOR Y HUMEDAD. 31

CAPITULO III: PLANTEAR SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA PARA MEJORAR LA ENVOLVENTE TERMICA DEL INMUEBLE **43**

LAS FACHADAS GREEN SOLUTION JAKOB INOX LINE DE BRIMAT 43
CABLES: 44
SISTEMA DE FIJACIÓN 45
CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS 48
COMPOSICIÓN 49
SISTEMA DE RIEGO 50

CAPITULO IV: CUBICAR LA PROPUSTA DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO PARA LA VIVIENDA **52**

ELEVACIÓN NORTE 52
ELEVACIÓN SUR 53
ELEVACIÓN ESTE 54
ELEVACIÓN OESTE 55

CONCUSIONE **56**

BIBLIOGRAFÍA **57**

INDICE DE CUADROS, TABLAS Y GRÁFICOS

Tabla 1: Transmitancia térmica máxima de la envolvente térmica, valores de U……0

Figura 1. Edificio Consorcio……0

Figura 2. Fachada vegetal de Edificio Consorcio……4

Figura 3. Termohigrómetro……5

Tabla 2: Conductividad térmica de algunos materiales……6

Gráfico 1: Radiación promedio mensual en Concepción……6

Figura 4. Isla de calor urbana……7

Figura 5. Sistema de cables trenzados……9

Figura 6. Enrejados modulares……10

Figura 7. Fachadas Vegetales invernadero……11

Figura 8. Fachadas con compartimientos ……13

Figura 9.Enredaderas……14

Figura 10. Sistema Jakob INOX LINE……15

Figura 11. Soportes del Sistema Jakob INOX LINE……16

Figura 12. Cables del Sistema Jakob INOX LINE ……16

Figura 13. Sistema hidropónico……17

Figura 14. Sistema F+P……18

Figura 15. Sistema Eco.Bin……19

Tabla 3. Densidad y conductividad térmica……22

Tabla 4. Densidad y conductividad térmica……23

Tabla 5. Densidad y conductividad térmica……24

Tabla 6. Resistencias térmicas de superficie……26

Figura 16. Detalle constructivo muro……27

Tabla 7. Transmitancia térmica madera……27

Tabla 8. Transmitancia térmica Aislante……28

Figura 17. Detalle constructivo muro……29

Tabla 9. Transmitancia mortero……30

Tabla 10. Transmitancia ladrillo……30

Gráfico 2. Temperatura y humedad……32

Tabla 11. Temperatura y humedad ……32

Gráfico 3. Temperatura y humedad……33

Tabla 12. Temperatura y humedad ……..33

Gráfico 4. Temperatura y humedad……..34

Tabla 13. Temperatura y humedad ……..34

Gráfico 5. Temperatura y humedad……..35

Tabla 14. Temperatura y humedad ……35

Gráfico 6. Temperatura y humedad……..36

Tabla 15. Temperatura y humedad ……36

Gráfico 7. Temperatura y humedad……37

Tabla 16. Temperatura y humedad ……37

Gráfico 8. Temperatura y humedad……..38

Tabla 17. Temperatura y humedad ……..38

Gráfico 9. Temperatura y humedad……39

Tabla 18. Temperatura y humedad ……39

Gráfico 10. Temperatura y humedad……..40

Tabla 19. Temperatura y humedad ……40

Gráfico 11. Temperatura y humedad……41

Tabla 20. Temperatura y humedad ……..41

Gráfico 12. Temperatura y humedad……..42

Tabla 21. Temperatura y humedad ……..42

Figura 18. Uniones y cables……..43

Figura 19. Uniones de cables ……44

Figura 20. Soportes……45

Figura 21. Soportes piramidales……..46

Figura 22. Vegetación trepando cables……..47

Figura 23. Uniones de cables……47

Figura 24. Uniones de cables y perfil ……48

Figura 25. Detalle Constructivo……..49

Figura 26. Sistema de riego por goteo……..50

Figura 27. Elevación norte……52

Figura 28. Elevación sur……53

Figura 29. Elevación este……54

Figura 30. Elevación oeste……55

INTRODUCCIÓN:

El Objetivo de este trabajo de título es analizar y proponer el sistema constructivo de fachadas verde como un sistema viable para la aislación exterior de una vivienda construida en albañilería confinada en el primer piso y tabiquería de madera revestida con siding en el segundo piso.

El principal problema a resolver es aislar el primer piso ya que la albañilería confinada presenta un alto rango de Transmitancia Térmica U entre 1,93 - 2,48 [$\frac{w}{m^2K}$]) .

Realizaremos mediciones de temperatura y humedad en interior y exterior de la vivienda con el termohigrómetro marca Grow Genetics para analizar las condiciones térmicas y verificar si se encuentran en norma.

FORMULACION GENERAL DEL PROBLEMA.

1.1 EXPOSICIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

A causa de la baja aislación térmica de la envolvente de la edificación debido a que está construida con albañilería de ladrillo confinado el cual tiene una alta transmitancia térmica teniendo un rango de Transmitancia Térmica U entre 1,93 - 2,48 [$\frac{w}{m^2K}$]) significando que se encuentra fuera de norma establecida por la Ordenanza General de Urbanismo Y Construcciones la que estable una Transmitancia Térmica U máxima de 1,7 [$\frac{w}{m^2K}$].

A causa de esta problemática se busca analizar el sistema constructivo de muros verde como una alternativa viable para solucionar la falencia de la edificación para mejorar la calidad de vida de sus habitantes. El análisis del problema se abordará con la toma de datos de temperatura del interior y exterior de la vivienda. El sistema constructivo se analizará a través de la lectura de libros, gráficos, fichas técnica y publicación de construcción relacionados con sistema constructivo de muros verdes.

Debido a las falencias de la aislación térmica de la edificación se busca diseñar una estructura que mejore la envolvente térmica de la vivienda para mejorar la calidad de vida de sus moradores. Se recolectarán datos de las condiciones térmicas del interior y exterior la vivienda, midiendo temperatura y humedad del ambiente. Mediante la búsqueda de datos en diferentes fuentes que comparen los diversos modelos de muros verde se planteará una solución constructiva que se adapte mejor al proyecto para mejorar la envolvente térmica y de la vivienda, posteriormente se diseñará la estructura de acorde a las medidas de la edificación que se desea mejorar. Finalmente se evaluará el costo monetario del proyecto.

Es necesario la realización de este trabajo debido a que la construcción de este sistema constructivo mejorará notablemente la calidad de vida de los residentes, Primero, porque mejora la eficiencia térmica de la envolvente del edificio y, por lo tanto, se reducen gastos por consumo energético. Segundo, porque disminuyen el CO2 emitido a la atmósfera gracias a la fotosíntesis de las plantas y tercero porque hay estudios que comprueban que el contacto con la naturaleza nos recarga de energía y actúa como alivio para combatir situaciones de estrés. El verde y la vegetación proporcionan calma a nuestro cerebro y ayudan a liberar tensiones.

1.2 PRINCIPALES INTERROGANTES DEL PROYECTO

¿Cómo mejorar la envolvente térmica de la vivienda en estudio?

¿La implementación de fachadas verdes es la óptima para mejorar el acondicionamiento térmico del inmueble?

¿Qué mantenimientos requiere este sistema constructivo?

¿Qué ventajas presenta este método de aislación en comparación a otros del mercado?

1.3 JUSTIFICACION DEL PROYECTO.

Los muros verdes se crearon porque pueden ayudar a paliar muchos de los problemas a los que nos enfrentamos y nos vamos a enfrentar en un futuro cada vez más cercano, puede regular la temperatura de las paredes, Mejora la calidad de aire tanto del interior como en el exterior, reduce significativamente los ruidos en los interiores, puede mejorar la estética de espacios que de otra manera no serían aprovechados, pueden oxigenar y purificar el aire de manera natural. Captación de contaminantes del aire. Cumplen con la función de aislante. En verano reducen hasta cinco veces la temperatura de interior. Atrapa la contaminación del polvo de un metro cuadrado, No atraen ni permiten la proliferación de insectos ni bacterias: su sistema aporta un tipo de repelente biológico, Reducen hasta 5 grados la temperatura interior de un edificio en verano y, curiosamente, mantienen la temperatura en invierno; esto genera un importante ahorro de energía por el menor uso de calefactores o aires acondicionados, Atrapan el polvo y esmog, Son un aislante natural de ruido, pues absorben y reducen sonidos de alta frecuencia, disminuyendo el ruido hasta en 10 decibeles, Cada metro cuadrado provee el oxígeno suficiente como para una persona durante todo 1 año, Un muro verde de 30m2 atrapa y filtra 20 toneladas de gases nocivos por año, además de apresar y procesar 10kg de metales pesados, Está probado que reducen el estrés, Dan un toque estético de sofisticación y cuidado al entorno, Aumentan la plusvalía de la zona, Se trata en sí de integrar la jardinería en las edificaciones para obtener una mejora de la calidad ambiental y un mayor aprovechamiento de los recursos energéticos haciendo las construcciones más eficientes y sostenibles, Por tanto, la presente propuesta de proyecto versa sobre el estudio de las nuevos estilos en construcción y medio ambiente urbano, para ello nada mejor que estudiar e investigar, y diseñar y construir nuevos prototipos de jardines y otros métodos de naturación urbana empleando distintas técnicas y materiales.

1.4 METODOLOGIA PROPUESTA PARA REALIZAR EL PROYECTO.

Recopilaremos información a través de un análisis del problema con ideas y conceptos de distintos tipos de muros verdes, que se pueden estudiar en internet o presencialmente, clasificaremos los distintos tipos de muros que se pueden construir de este tipo y cuál es el mejor en distintos puntos de vista, teniendo así una conclusión del resultado final del estudio hecho anteriormente. Para determinar la calidad del confort térmico de la vivienda se utilizará el método de mediciones a través de termohigrómetro q estará funcionando durante 24 horas con una medición cada 3 horas acotándose a los rangos establecidos por Normativa térmica vigente (NCh 853-2007)

1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO.

1.5.1 Objetivo General del Proyecto

Proponer un acondicionamiento térmico para una vivienda basado en una fachada verde para mejorar las condiciones ambientales interiores.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar las condiciones térmicas de una vivienda emplazada en la comuna de Chiguayante.
- Identificar los diversos modelos de construcción de muros verde y seleccionar el idóneo para la vivienda

- Plantear solución constructiva para mejorar la envolvente térmica del inmueble situado en la población René Schneider, Chiguayante.
- Cubicar la propuesta de acondicionamiento térmico para la vivienda ubicada en la comuna de Chiguayante.

1.6 MARCO TEORICO

Fachada Vegetal: La fachada vegetal es una estructura adyacente a otro muro que se caracteriza por su principal material: la vegetación, la cual brinda a la construcción una protección añadida, ya que funciona como aislante térmico y acústico.

Figura 2. Fachada vegetal de Edificio Consorcio.

Fuente: Plataforma Arquitectura, n.d.

Condiciones Ambientales: Condiciones físicas como son., temperatura ambiente, presión, radiación, humedad, dispersión de productos químicos, que se esperan como resultado de las condiciones normales de operación y de sucesos iniciadores hipotéticos.

Termohigrómetro: Un termohigrómetro es un instrumento que sirve para medir la temperatura y la humedad de un ambiente, En función de los niveles de humedad y temperatura que nos muestre el higrómetro sabremos si una estancia ofrece un adecuado nivel de confort térmico.

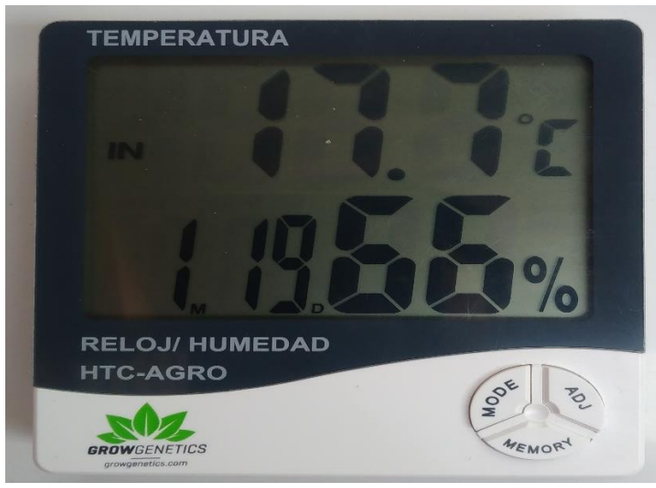


Figura 3. Termohigrómetro

Fuente: Elaboración propia ,2021.

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.

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

Nivel de Hermeticidad: Característica de una vivienda con relación a la cantidad de aire que se puede transferir a través de su envolvente.

Confort térmico: Sensación de bienestar de las personas, en relación con una serie de variables ambientales (temperaturas del aire y de las superficies, humedad y velocidad del aire) y del individuo mismo (nivel de actividad y nivel de ropa).

Resistencia térmica (R): Oposición al paso de calor que presentan los elementos o materiales de construcción.

Conductividad térmica: La conductividad térmica (λ), mide la capacidad de los materiales para conducir el calor cuando existe una diferencia de temperatura en sus

caras. Se mide en W/(m*K)). Mientras más bajo sea este valor, el material es más aislante.

Material	Conductividad térmica λ [W/(m*K)]
Poliuretano expandido	0,027- 0,025
Lana mineral	0,037 - 0,042
Hormigón celular sin áridos	0,09
Madera	0,091 – 0,28
Ladrillo a máquina	0,46 - 1,0
Adobe	0,9
Vidrio	1,2
Hormigón armado (normal)	1,63
PVC*	0,17

Tabla 2: Conductividad térmica de algunos materiales.

Fuente: NCh853 Acondicionamiento térmico – Envolvente térmica de edificios. Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas, anexo A, Tabla A.1, Instituto Nacional de Normalización, INN, 2007.

Radiación solar: Espectro de radiación electromagnética emitida por el sol. Se refiere a la energía que llega a la tierra después de filtrarse por la atmósfera. Contiene radiación ultravioleta, visible y calórica de onda corta.

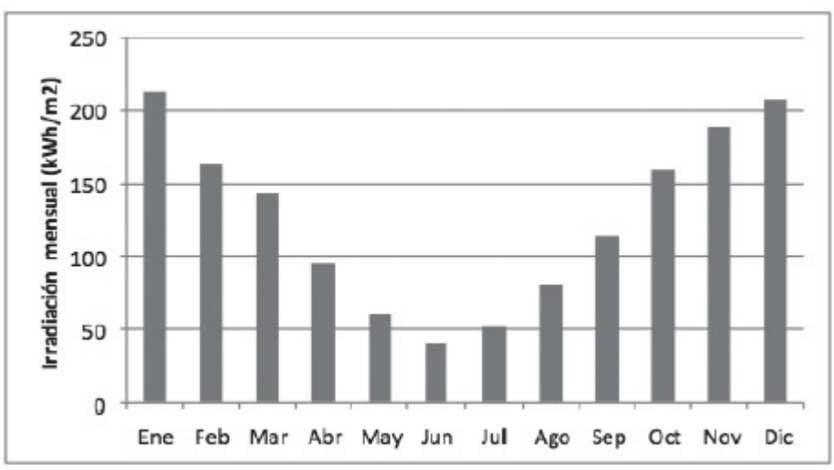


Gráfico 1: Radiación promedio mensual en Concepción

Fuente: Comisión nacional de energía,2008

Transmitancia térmica (U): Flujo de calor que pasa por unidad de superficie del elemento y por grado de diferencia de temperatura entre los dos ambientes

separados por dicho elemento. Corresponde al inverso de la resistencia térmica total RT de un elemento y se expresa en W/(m2 K).

Isla de calor: El término “Isla de calor” describe las zonas edificadas que presentan temperaturas promedias más altas que el campo abierto que las rodea.
Este fenómeno consiste en la acumulación del calor en las ciudades debido a la construcción con materiales que absorben y acumulan el calor a lo largo de las horas de insolación y lo liberan durante la noche impidiendo que bajen las temperaturas.

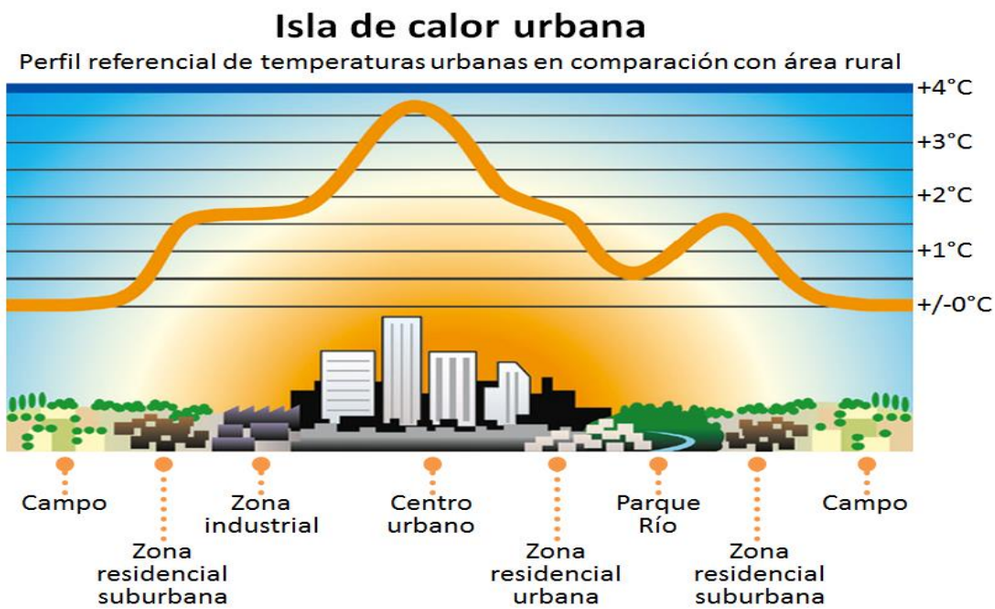


Figura 4. Isla de calor urbana.

Fuente: Arquitectura y energía,2015.

Lamas: Las **lamas** son piezas planas y alargadas que sirven para controlar la luz. Pueden ser de muchos tamaños y materiales (hormigón, metal, madera...) y pueden ser móviles o fijas. Las cortinas "venecianas" también se las conoce como "de **lamas**" y son una versión pequeña de las **lamas** de fachada.

HDPE: El Polietileno de Alta Densidad (PEAD), conocido por sus siglas en inglés como HDPE (High Density Polyethylene), es un polímero formado por múltiples unidades de etileno que se obtiene por adición de las mismas. La densidad molecular del HDPE es considerable, lo que le aporta dureza, resistencia y una mayor tolerancia a las altas temperaturas. Además presenta otras cualidades como su bajo coste, su flexibilidad, su durabilidad y su capacidad para resistir el proceso de esterilización.

Geotextil: El Geotextil es un material textil sintético plano formado por fibras poliméricas (polipropileno, poliéster o poliamidas), similar a una tela, de gran deformabilidad, empleada para obras de ingeniería en aplicaciones geotécnicas (en contacto con tierras y rocas), cuya misión es hacer las funciones de separación ó filtración, drenaje, refuerzo o impermeabilización.

Fertirrigacion: La fertirrigación es una técnica que permite la aplicación simultanea de agua y fertilizantes a través del sistema de riego. Se trata por tanto de aprovechar los sistemas RLAF (Riegos Localizados de Alta Frecuencia) para aplicar los nutrientes necesarios a las plantas. A pesar de utilizarse en múltiples sistemas RLAF, la técnica de la fertirrigación está totalmente extendida en el caso del riego por goteo.

Escorrentía: La escorrentía es un proceso físico que consiste en el escurrimiento del agua de lluvia por la red de drenaje hasta alcanzar la red fluvial. La escorrentía es uno de los procesos básicos que se incluye en el ciclo del agua

1.7 MARCO NORMATIVO

- **NCh 853-2007** Acondicionamiento térmico de edificios-cálculo de resistencias y transmitancias térmica
- Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones
- Ley General de Urbanismo y Construcciones
- Plan de Prevención y de Descontaminación Atmosférica para las comunas de Concepción Metropolitano.
- Manual de acondicionamiento térmico CCHC.

DESARROLLO DEL PROYECTO

CAPITULO I: TIPOS DE SISTEMAS DE FACHADAS VEGETALES

1Fachadas Vegetales como segunda piel.

1.1. Sistema de cables trenzados.

El objetivo es crear una segunda piel o pantalla entre el edificio y el ambiente exterior. Existen varios sistemas de sujeción para fachadas vegetales que actúan como segunda piel:

Figura 5. Sistema de cables trenzados

Fuente: Signare.es

Se crea una estructura en forma de rombo u ortogonal utilizando cables y varillas de acero inoxidable y piezas accesorias, que son las que servirán de apoyo a plantas trepadoras.

Hay diferentes soluciones en función del peso que deberá soportar la estructura. Y dispone de diferentes tipos de anclajes en función del material de fachada para garantizar la estabilidad y durabilidad del sistema.

Ventajas

- Altamente resistente a la corrosión
- Requiere poco mantenimiento
- 100% reciclable
- Bajo costo de instalación
- Fácil de instalar

Desventajas

- Bajo aislamiento térmico
- Estética limitada
- Tardanza para cubrir toda la pared

1.2. Enrejados modulares

Figura 6. Enrejados modulares

Fuente: Signare.es

Este sistema de construcción se compone de un macetero flotante que ancla con seguridad las plantas a la fachada del edificio. Los contenedores de las plantas son un gran método para lograr una cobertura vegetal verdadera sin dañar la fachada.

Son módulos formados por un sistema tridimensional a base de perfiles y chapa de acero inoxidable que se adecúan a las tipologías de las fachadas.

Es un sistema constructivo diez veces más rápido que el tradicional y se compone de cinco elementos:

1. Los contenedores.
2. Recipientes aislados, provistos de cables que proporcionan calor para que el cepellón de la planta no muera por congelación.
3. Mantenimiento.
4. Monitoreo remoto de riego y fertilización, por goteo con sensores de temperatura para usar solo el agua necesaria.
5. Sistema de montaje, diseñado para ser montado en cualquier tipo de estructura.

Se instala cuando las enredaderas han adquirido un crecimiento óptimo y se instalan los módulos sobre los que irá este sistema a base de perfilería de acero, se instala el riego por goteo y demás sensores para la motorización del sistema

Ventajas

- Rapidez en el montaje
- Estructura rígida
- Sistema de riego por goteo automatizado
- Mantenimiento relativamente barato

Desventajas

- Bajo aislamiento térmico
- Estética limitada
- Se necesitan varios años para cubrir la pared completa

1.3. Fachadas Vegetales invernadero

Figura 7. Fachadas Vegetales invernadero

Fuente: Signare.es

La fachada vegetal invernadero es un sistema constructivo que funciona como ventilación higiénica, ventilación térmica y protección solar.

Además de actuar como un material de construcción, la incorporación de elementos vegetales al cerramiento de fachada ofrece una respuesta térmica variable según las condiciones climáticas exteriores.

La estrategia consiste en un cerramiento concebido como un invernadero extraplano que incluye un subsistema constructivo vegetal dividido en tres capas correlativos que median entre el interior y el exterior.

En verano, la densidad de la vegetación consigue una obstrucción solar determinada con su consecuente ahorro en refrigeración y el aire exterior atraviesa la lámina vegetal húmeda, enfriando unos grados el ambiente interior.

En invierno, el aspecto de la capa intermedia vegetal cambiaría con la caída de las hojas, permitiendo la entrada máxima de radiación solar, junto a una mejora de las prestaciones

térmicas del ambiente interior y el conjunto del sistema constituye un invernadero para la vegetación, calentando el flujo de aire de forma pasiva, suponiendo en ambos casos, un ahorro energético.

Se compone de tres capas.

- La primera de ellas es una ventana corredera hecha de metal y vidrio con cámara de aire.
- La segunda se compone por la jardinera metálica vertical, donde se colocan las plantas. Tiene un sistema automático de riego y las plantas se desarrollan en cajas conformadas con placas celulares rígidas de polipropileno donde se aloja el sustrato.
- La última capa es una estructura con un entramado simple de lamas la cual cierra la fachada.

Esta fachada vegetal invernadero para los jardines verticales puede ser un cerramiento adecuado para rehabilitarlos cuando así lo requieran. Una de sus principales ventajas es que su instalación suele ser muy simple y rápida y puede llegar a regular el flujo de aire y la humedad cuando el clima así lo exija

Ventajas

- Rapidez en el montaje.
- Regulan el flujo de aire y humedad cuando el clima así lo exija.
- Mantenimiento relativamente barato.

Desventajas

- Bajo aislamiento térmico
- Se necesitan varios años para cubrir la pared completa
- Obstrucción de luz debido a las lamas.

1.4 Fachadas con compartimiento:

Figura 8. Fachadas con compartimientos

Fuente: Generación verde

Son estructuras verticales montada adosadas a los muros perimetrales, enfocadas en proyectos de mediana envergadura.

Están construidas en plástico HDPE y otros modelos con geotextil ,en los cuales se ha dejado enraizar cada planta. Cada compartimiento tiene tierra en un ángulo de 30 grados, para contrarrestar la gravedad

Desventajas

- Baja resistencia atmosférica
- estética limitada

Ventajas

- Rapidez de montaje
- 100% reciclable
- Bajo mantenimiento

1.**5 Tipo enredadera:**

Es aquel donde se siembran plantas en la base y estas se pegan al muro y suben. Este tipo de muro está sujeto a determinadas especies como hiedras, y enredaderas.
Se pueden utilizar plantas trepadoras, que se fijan solas a la pared u otras plantas que precisen soporte o guía (éstas se pueden armar con algún alambre resistente o malla de alambre) para que las plantas puedan treparse y agarrarse de la pared.

Figura 9.Enredaderas

Fuente: Generación verde

- Las podemos plantar en macetas o contenedores, es bueno tener en cuenta el vigor de crecimiento de las mismas, y elegir macetas que les permitan desarrollarse con espacio, también recordar que el tamaño del contenedor va a determinar cuánto crece una planta.
- Al momento de elegir una especie, es fundamental saber claramente que efecto deseamos conseguir, así elegiremos correctamente la que se ajuste a las necesidades.
- Muchos de los nuevos muros verdes están formados por distintos tipos de plantas adaptadas al exterior y suelen ser plantas de bajo mantenimiento. Se utilizan especies con poco consumo de agua (por si no se tiene armado un sistema de riego especializado).

Ventajas

- Bajo mantenimiento
- Estético

Desventajas

- Las enredaderas tardan en cubrir el muro
- Peligro de concentración de humedad en invierno.
- Baja aislación térmica

1.6 El sistema Jakob INOX LINE

El sistema Jakob producto de Brimat se forma a partir de una estructura de cables verticales y barras horizontales en acero inoxidable AISI316 de alta calidad. El sistema está compuesto de pocos elementos, es ligero, fácil y rápido de montar, en conjunto con los elementos del paisajismo conforman una cortina vegetal. Posee efectos positivos en cuanto a confort climático debido a que se produce una separación entre la piel exterior del edificio, la estructura de cables y barras horizontales y la vegetación. Proporcionando un efecto regulador de temperatura interior, promoviendo además una óptima ventilación y conformando barrera contra la lluvia y la radiación solar.

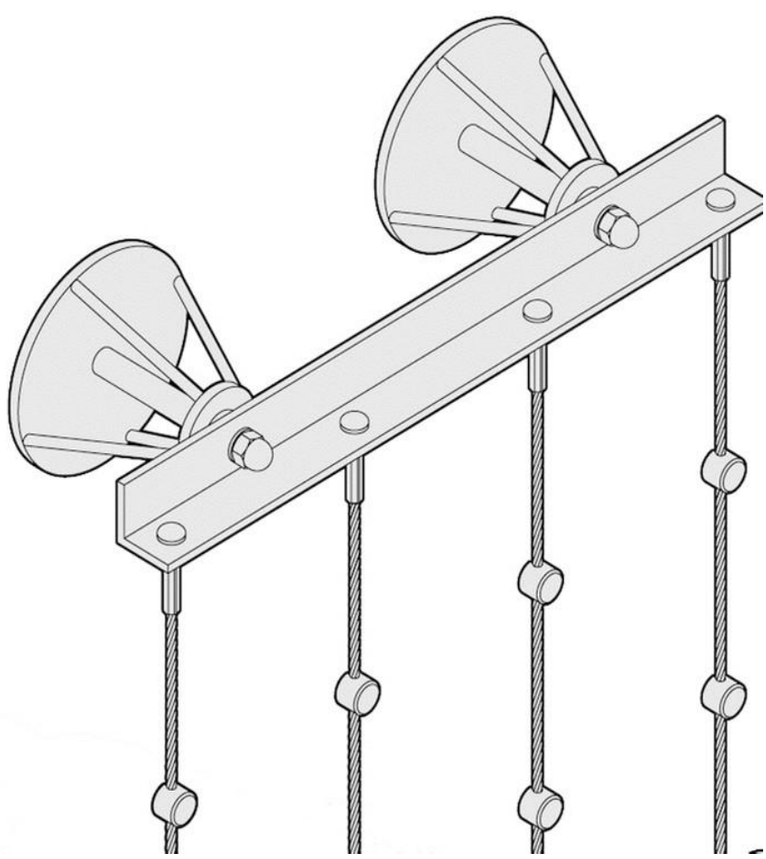


Figura 10. Sistema Jakob INOX LINE

Fuente: Brimat

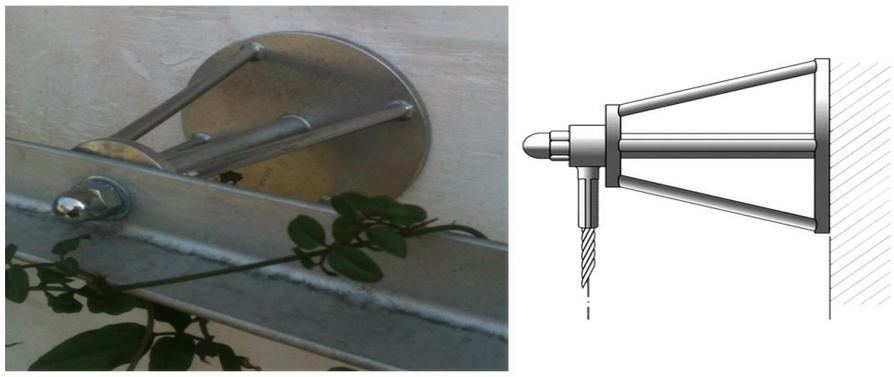


Figura 11. Soportes del Sistema Jakob INOX LINE

Fuente: Brimat

Cada cable está separado del próximo a 25cm y cada barra horizontal está separada de la próxima, hacia arriba y/o abajo en 35cm. La constancia en dichas medidas permitirá mantener la misma intensidad de la vegetación en cada fachada del proyecto.

Figura 12. Cables del Sistema Jakob INOX LINE

Fuente: Brimat

1.7Sistema Hidropónico

El sistema hidropónico de jardín vertical comercializado por Verde 360º consiste en un método automatizado de fertirrigación vertical -por gravedad y capilaridad-, a través de fieltros de plástico reciclado en el cual las raíces se desarrollan formando una trama autosoportante. El follaje, al igual que las raíces, pueden crecer libremente dado que no existen límites como en los sistemas modulares. Su estructura se compone da partir de un "sandwich" de elementos superpuestos que conforman el sistema total:

- Estructura metálica soportante
- Placa de plástico hidrófuga reciclada
- Fieltro de plástico reciclado
- Trama de riego según diseño de cada jardín
- Fieltro de plástico reciclado con componente UV
- Plantas según diseño en base a exposición del jardín (interior o exterior)

Posee un espesor de 15 cm aproximadamente (4 cm de subestructura, 2,6 cm de soporte y 7 cm de follaje) y tiene un peso de 21 kg/m2. Además posee un sistema de riego cerrado que requiere de un estanque registrable para el almacenamiento del agua con nutrientes que se recirculan, y una mantención periódica.

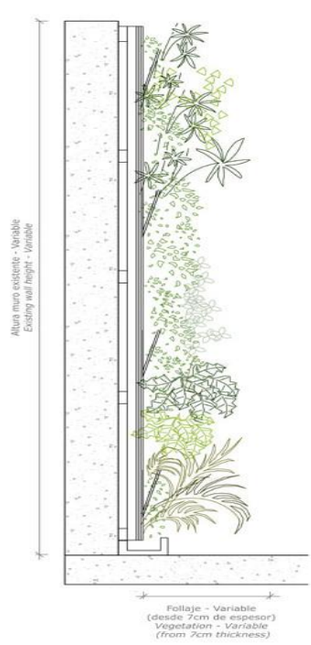


Figura 13. Sistema hidropónico

1.8 Sistema F+P

Urbanarbolismo

El sistema F+P comercializado por Urbanarbolismo, se constituye de una estructura metálica compuesta de 4 capas superpuestas ancladas al muro portante de la estructura principal.

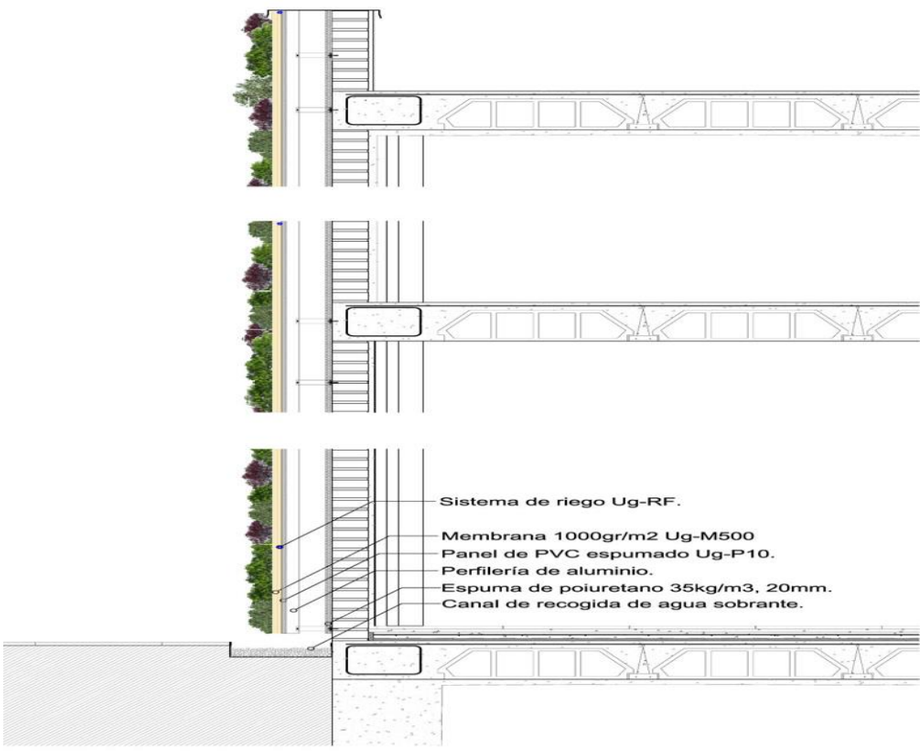


Figura 14. Sistema F+P

Fuente: Singular green

- Estructura de perfiles metálicos dimensionada a partir de carga de viento y estado del soporte
- Módulos rectangulares de polietileno expandido
- Tejido de poliester- algodón (90% y 10 % respectivamente) espesor 1,5 mm
- Capa vegetal (según ubicación y características de la fachada)

Almacena un total de 5 kilos de agua y tiene un peso total de 25 kg. y el sistema de mantención es mínimo, está completamente automatizado y gestionado mediante telecontrol. El crecimiento vegetativo se gestiona variando las características de la solución hidropónica reduciendo la necesidad de podas.

1.9 Sistema Eco.bin

El sistema Eco.bin, se estructura a partir de una membrana impermeable de poliuretano 1,5kg/m2, una estructura de celdas cerámicas hidrofugadas hexagonales de 2 huecos, inclinadas desde los 7-15º sobre la horizontal, que se anclan al muro de hormigón en su cara posterior mediante mortero mixto y conectores de alambre de acero inoxidable de 4mm de anclados al muro y que se rellena con sustrato retenedor aireador y el sustrato específico según la selección de especies vegetales. La estructura del sistema se compone:

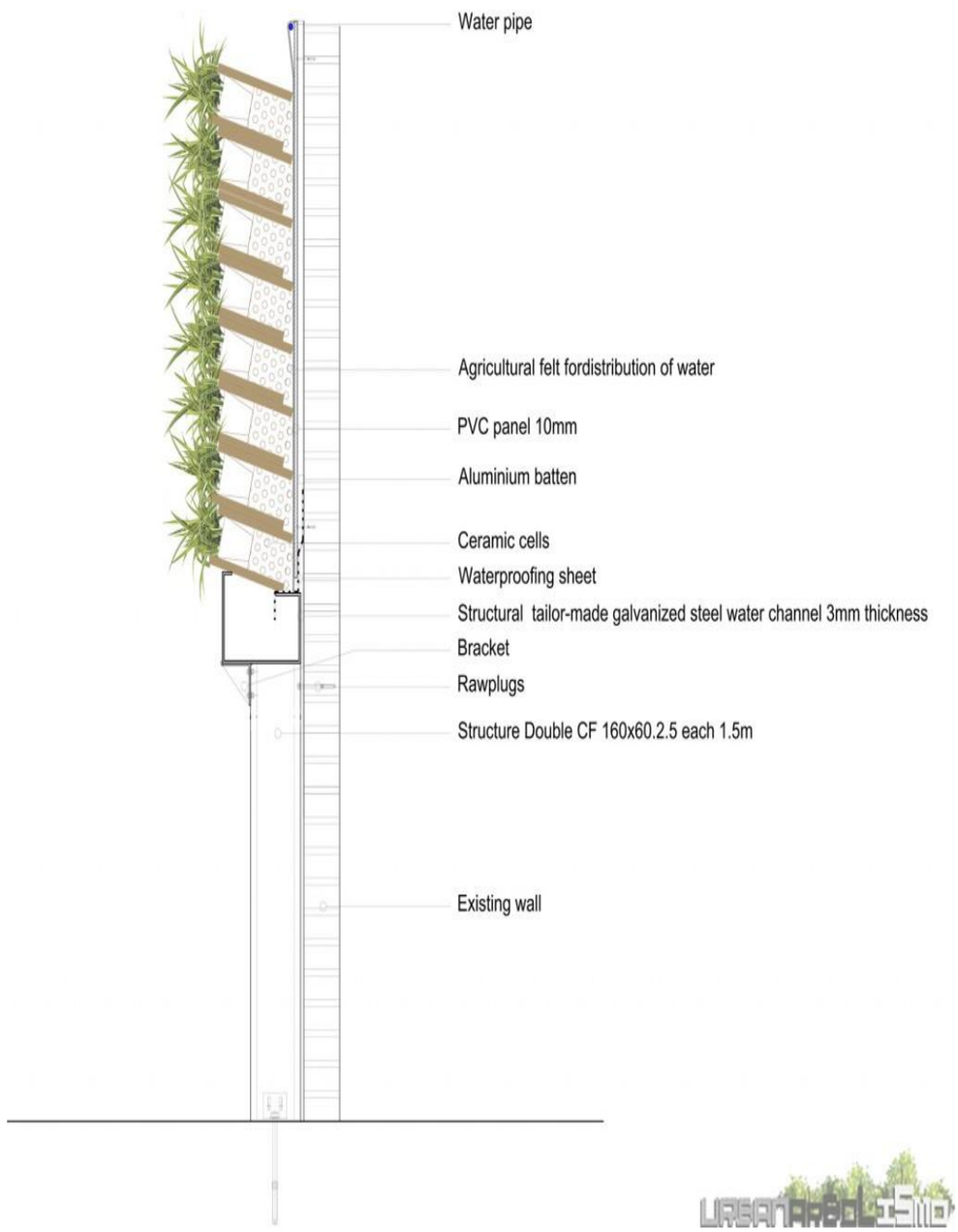


Figura 15. Sistema Eco.Bin

Fuente: Urbanarbolismo

- Membrana impermeable de poliuretano 1,5 kg m2
- Mortero Mixto
- Celdas cerámicas hexagonales hidrofugadas 90 mm
- Sustrato retenedor y sustrato específico
- Vegetación
- Membrana hidrófila (mantiene el agua de riego adherida a las celdas y capta la humedad ambiental)

El sistema posee un espesor total de 270 mm y a diferencia del sistema F+P, puede llegar a pesar hasta 350 kg/m2. y su mantención ser llevada a cabo por cualquier persona pequeñas nociones de jardinería.
Una vez totalmente enraizado el sistema, se puede llevar a cabo un proceso de abonado mediante fertirrigación en pequeñas proporciones.

CAPITULO II: CONDICIONES TERMICAS DE LA VIVIENDA EMPLAZADA EN LA COMUNA DE CHIGUAYANTE

En esta cláusula se definirán algunos de los conceptos fundamentales que utilizarán en el respectivo trabajo. Se entiende que estas definiciones no tienen otro alcance más que la utilización práctica de tales conceptos en los procedimientos de calculo que se presentaran. Y las respectivas tomas de temperatura para analizar las condiciones térmicas de la vivienda.

Conductividad térmica, λ: Cantidad de calor que en condiciones estacionarias pasan en unidad de tiempo a través de la unidad de área de una muestra de material homogéneo de extensión infinita, de caras planas y paralelas y de espesor unitario, cuando se establece una diferencia de temperatura unitaria entre sus caras. Se expresa en w/(m x K).

Material	Densidad aparente kg/m³	Conductividad térmica, λ W/(m x K)
Hormigón con áridos ligeros	1 400	0,55
Hormigón celular con áridos silíceos	600	0,34
Hormigón celular con áridos silíceos	1 000	0,67
Hormigón celular con áridos silíceos	1 400	1,09
Hormigón celular sin áridos	305	0,09
Hormigón en masa con grava normal:		
- con áridos ligeros	1 600	0,73
- con áridos ordinarios, sin vibrar	2 000	1,16
- con áridos ordinarios, vibrados	2 400	1,63
Hormigón en masa con arcilla expandida	500	0,12
Hormigón en masa con arcilla expandida	1 500	0,55
Hormigón con cenizas	1 000	0,41
Hormigón con escorias de altos hornos	600	0,17
	800	0,22
	1 000	0,30
Hormigón normal, con áridos silíceos	600	0,34
	800	0,49
	1 000	0,67
Hormigón de viruta de madera	450 - 650	0,26
Hormigón de fibras de madera	300 - 400	0,12
	400 - 500	0,14
	500 - 600	0,16
Hormigón liviano a base de cascarilla de arroz	570	0,128
	780	0,186
	850	0,209
	1 200	0,326
Hormigón liviano a base de poliestireno expandido	260	0,088
	320	0,105
	430	0,134
	640	0,214
	840	0,269
	1 100	0,387
Ladrillo macizo hecho a máquina	1 000	0,46
	1 200	0,52
	1 400	0,60
	1 800	0,79
	2 000	1,0

Tabla 3. Densidad y conductividad térmica

Fuente: **NCh 853**

Material	Densidad aparente kg/m³	Conductividad térmica, λ W/(m x K)
Ladrillo hecho a mano	-	0,5
Láminas bituminosas	1 100	0,19
Lana de amianto	100	0,061
	200	0,063
	400	0,12
Lana mineral, colchoneta libre	40	0,042
	50	0,041
	70	0,038
	90	0,037
	110	0,040
	120	0,042
Lana mineral granulada	20	0,069
	30	0,060
	40	0,055
	60	0,048
	80	0,044
	100	0,041
	120	0,042
	140	0,042
Linóleo	1 200	0,19
Maderas		
- álamo	380	0,091
- alerce	560	0,134
- colgüe	670	0,145
- lingue	640	0,136
- pino insigne	410	0,104
- raulí	580	0,121
- roble	800	0,157
Maderas, tableros aglomerados de partículas	400	0,095
	420	0,094
	460	0,098
	560	0,102
	600	0,103
	620	0,105
	650	0,106
Maderas, tableros de fibra	850	0,23
	930	0,26
	1 030	0,28
Mármol	2 500 - 2 850	2,0 - 3,5

Tabla 4. Densidad y conductividad térmica

Fuente: **NCh 853**

Material	Densidad aparente kg/m³	Conductividad térmica, λ W/(m x K)
Moquetas, alfombras	1 000	0,05
Morteros de cal y bastardos	1 600	0,87
Mortero de cemento	2 000	1,40
Papel	1 000	0,13
Perlita expandida	90	0,050
Plancha de corcho	100	0,040
	200	0,047
	300	0,058
	400	0,066
	500	0,074
Plomo	11 300	35
Poliestireno expandido	10	0,0430
	15	0,0413
	20	0,0384
	30	0,0361
Poliuretano expandido	25	0,0272
	30	0,0262
	40	0,0250
	45	0,0245
	60	0,0254
	70	0,0274
Productos minerales en polvo		
(kieselgur, polvo mineral)	200	0,08
	400	0,12
	600	0,16
	800	0,21
	1 000	0,27
	1 200	0,34
	1 400	0,40
Rocas compactadas	2 500 - 3 000	3,50
Rocas porosas	1 700 - 2 500	2,33
Vermiculita en partículas	99	0,047
Vermiculita expandida	100	0,070
Vidrio plano	2 500	1,2
Yeso-cartón	650	0,24
	700	0,26
	870	0,31

Tabla 5. Densidad y conductividad térmica

Fuente: **NCh 853**

Coeficiente superficial de transferencia térmica, *h*: Flujo que se transmite por unidad de área desde o hacia una superficie en contacto con el aire cuando entre éste y la superficie existe una diferencia unitaria de temperaturas. Se expresa en W/(m^2x K)

Complejo: Conjunto de elementos constructivos que forman parte de una vivienda o edificio, tales como: complejo de techumbre, complejo de entrepiso, etc.
Elemento: conjunto de materiales que dimensionados y colocados adecuadamente permiten que cumplan una función definida, tal como: muros, tabiques, losas y otros.

Transmitancia térmica U: Flujo de calor que pasa por unidad de superficie del elemento y por grado de diferencia de temperaturas **entre** los dos ambientes separados por dicho elemento, se expresa en W/($m^2 xK$).

$$U=\frac{1}{R_{si}+\Sigma\frac{e}{\lambda}+R_{se}}=[\frac{W}{m^2\ K}]$$

-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**).**

-λ: Conductividad térmica del material, (W/(m K)

Resistencia térmica, R: oposición al paso del calor que presentan los elementos de construcción.

Se pueden distinguir cuatro casos:

- **Resistencia térmica de una capa material, R**.: Para una capa de caras planas y paralelas, de espesor e, conformada por un material homogéneo de conductividad térmica **λ,** la resistencia térmica, R, queda dada por: R=$\frac{e}{\lambda}$, se expresa en m^2x K/W.

- **Resistencia térmica total de un elemento compuesto,R_T**: Inverso de la transmitancia térmica del elemento. Suma de las resistencias de cada capa del elemento R_T=$\frac{1}{U}$, se expresa en m^2x K/W.

- **Resistencia térmica de una cámara de aire no ventilada,R_g**:Resistencia térmica que presenta una masa de aire confinado (cámara de aire). Se determina experimentalmente por medio de NCh851, se expresa en m^2 x K/W.

- **Resistencia térmica de superficie,R_s:**Inverso del coeficiente superficial de transferencia térmica h, es decir: R_s=$\frac{1}{h}$,se expresa en m^2x K/W.

Transmitancia térmica lineal, K; Flujo de calor que atraviesa un elemento por unidad de longitud del mismo y por grado de diferencia de temperatura, se expresa en W/(m x K)

Cálculos de las resistencias térmicas total y de las transmitancias térmica de elementos constructivos que componen la vivienda

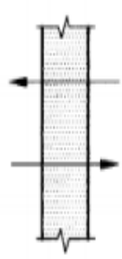
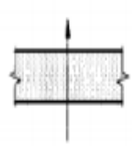
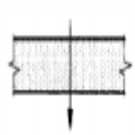
Resistencias térmicas de superficie en m² x K/W							
Posición del elemento y sentido del flujo de calor		Situación del elemento					
		De separación con espacio exterior o local abierto			De separación con otro local, desván o cámara de aire		
		R_{si}	R_{se}	$R_{si}+R_{se}$	R_{si}	R_{se}	$R_{si}+R_{se}$
Flujo horizontal en elementos verticales o con pendiente mayor que 60° 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° 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° respecto a la horizontal		0,17	0,05	0,22	0,17	0,17	0,34

Tabla 6. Resistencias térmicas de superficie

Fuente: **NCh 853**

Transmitancia térmica en tabique de madera del 2° nivel

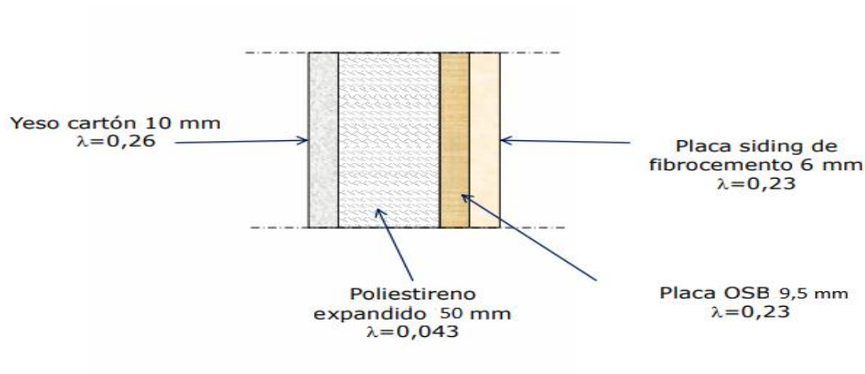


Figura 16. Detalle constructivo muro

Fuente: Elaboración propia,2021

U Madera				
	Materialidad	Espesor (m)	Conductividad	R=e/λ
Rsi			0,12	0,12
Revestimiento interior	Yeso cartón	0,01	0,26	0,0385
Revestimiento exterior	OSB	0,095	0,23	0,4130
Revestimiento exterior	Siding	0,006	0,23	0,0261
Aislación térmica	Poliestireno expandido	0,05	0,043	1,1628
Barrera de humedad	Fieltro asfaltico			
Estructura	Tabique de madera 2”x3”	0,0762	0,104	0,7327
Rse			0,05	0,05
			R	2,543
			U madera	0,393

Tabla 7. Transmitancia térmica madera

Fuente: Elaboración propia,2021

R_{madera}:2,543 m^2K/W

U_{madera}:0,393 W/m^2 K

$$U=\frac{1}{R_{si}+\Sigma\frac{e}{\lambda}+R_{se}}=[\frac{W}{m^2\ K}]$$

$$\text{U Madera}=\frac{1}{0{,}12+\frac{0{,}01}{0{,}26}+\frac{0{,}095}{0{,}23}+\frac{0{,}006}{0{,}23}+\frac{0{,}0762}{0{,}104}+0{,}05}=0{,}393\ [\frac{W}{m^2K}]$$

U Aislante				
	Materialidad	Espesor (m)	Conductividad	R=e/λ
Rsi			0,12	0,12
Revestimiento interior	Yeso cartón	0,01	0,26	0,0385
Revestimiento exterior	OSB	0,095	0,23	0,4130
Revestimiento exterior	Siding	0,006	0,23	0,0261
Aislación térmica	Poliestireno expandido	0,05	0,043	1,1628
Barrera de humedad	Fieltro asfaltico			
Rse			0,05	0,05
			R	1,810
			U Aislante	0,552

Tabla 8. Transmitancia térmica Aislante

Fuente: Elaboración propia,2021

$R_{aislante}$:1,810 m^2K/W

$U_{aislante}$:0,552 W/m^2 K

$$\text{U Aislante}=\frac{1}{0{,}12+\frac{0{,}01}{0{,}26}+\frac{0{,}095}{0{,}23}+\frac{0{,}006}{0{,}23}+\frac{0{,}05}{0{,}043}+0{,}05}=0{,}552\ [\frac{W}{m^2K}]$$

$$\boxed{U=\frac{1}{Rt}=\frac{U\ madera\ X\ 15\%+U\ aislante\ X\ \ 85\%}{100\%}=\ [\frac{W}{m^2K}]}$$

$$\boxed{U\ muro=\frac{0{,}393x15\%+0{,}552x85\%}{100\%}=0{,}528\ [\frac{W}{m^2K}]}$$

La transmitancia total del muro del segundo piso es de 0,528 $[\frac{W}{m^2K}]$, por lo tanto, cumple con El Plan de prevención y de descontaminación Atmosférica para las comunas de Concepción Metropolitano que establece una transmitancia térmica de 0,6 $[\frac{W}{m^2K}]$.

Transmitancia térmica en muro de albañilería confinada en 1°nivel

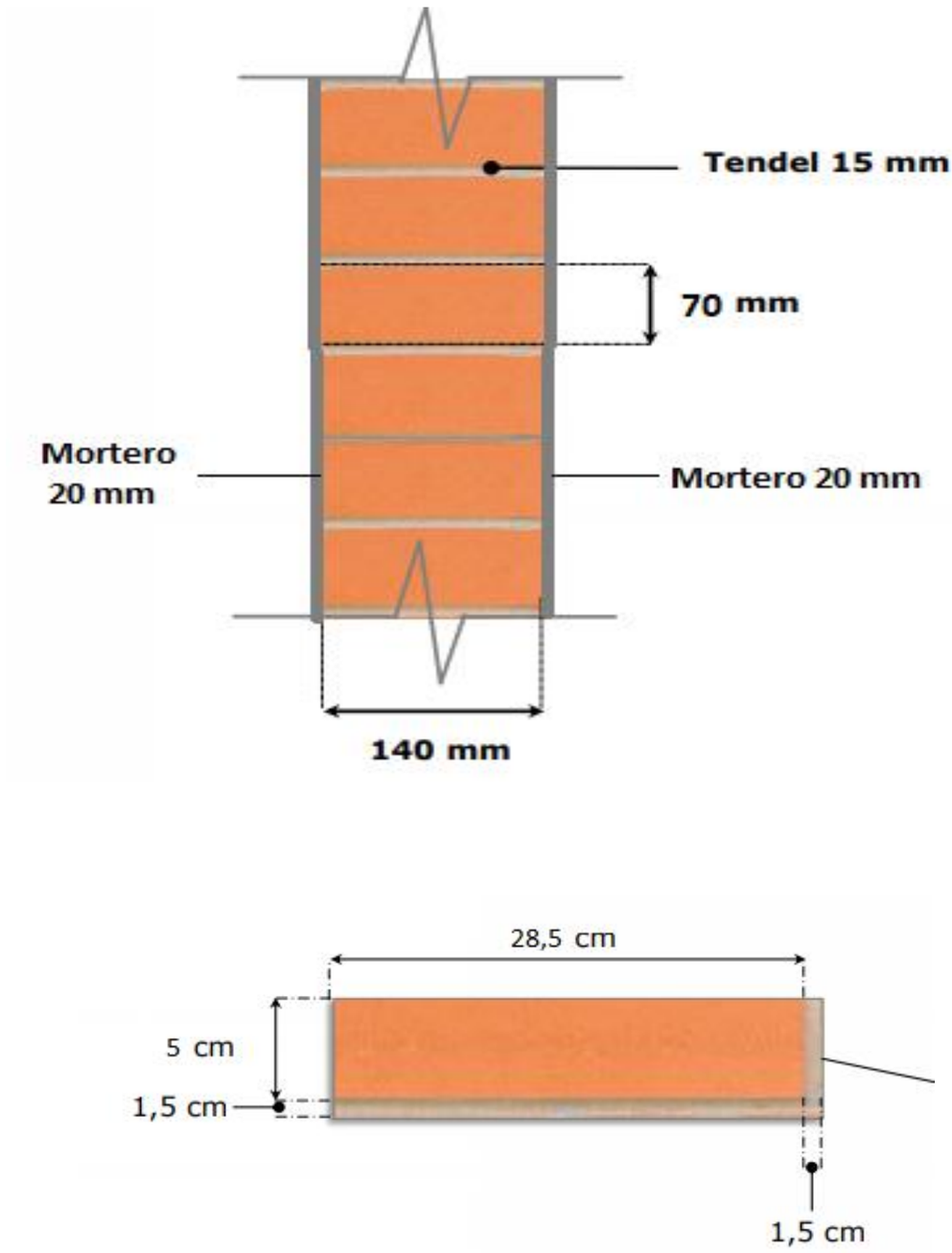


Figura 17. Detalle constructivo muro

Fuente: Elaboración propia,2021

Superficie Ladrillo fiscal: 0,285x0,05=0,014 m^2

Superficie Mortero: (0,285x0,015) +(0,015x0,065) =0,005 m^2

U Revestimiento				
	Materialidad	Espesor (m)	Conductividad	R=e/λ
Rsi			0,12	0,12
Revestimiento	Mortero	0,18	1,4	0,129
Rse			0,05	0,05
			R	0,299
			U mortero	3,35

Tabla 9. Transmitancia mortero

Fuente: Elaboración propia, 2021

U Mortero= $\frac{1}{0,12+\frac{0,18}{1,4}+0,05}$ = 3,35 $[\frac{W}{m^2K}]$

U Ladrillo				
	Materialidad	Espesor (m)	Conductividad	R=e/λ
Rsi			0,12	0,120
Revestimiento	Mortero	0,04	1,4	0,029
Estructura	Ladrillo fiscal	0,14	0,5	0,28
Rse			0,05	0,05
			R	0,479
			U Revestimiento	2,09

Tabla 10. Transmitancia ladrillo

Fuente: Elaboración propia, 2021

U Ladrillo= $\frac{1}{0,12+\frac{0,14}{0,5}+\frac{0,04}{1,4}+0,05}$ = 2,09 $[\frac{W}{m^2K}]$

U Muro=$\frac{2,09x0,014+3,35x0,005}{0,014+0,005} = 2,42(\frac{W}{m2\ K})$

La transmitancia total del muro del primer piso es de 2,42 $[\frac{W}{m^2K}]$, sobrepasando el límite que establece El Plan de prevención y de Descontaminación Atmosférica para las comunas de Concepción Metropolitano que establece una transmitancia térmica máxima de 0,6 $[\frac{W}{m^2K}]$.Por lo que es necesario aplicar un mejoramiento térmico en la vivienda.

Recopilación de datos de temperatura interior, exterior y humedad.

La recopilación de datos de temperatura de la vivienda se llevo a cabo con el termohigrómetro de la marca Grow genetics el cual consta de una sonda de 2 metros de longitud la cual permite efectuar mediciones al interior y exterior de vivienda simultáneamente.

Figura 3. Termohigrómetro

Fuente: Elaboración propia ,2021.

La recopilación de datos se efectuó cada 3 horas, anotando la humedad, temperatura interior y exterior de la vivienda.

RESULTADOS OBTENIDOS

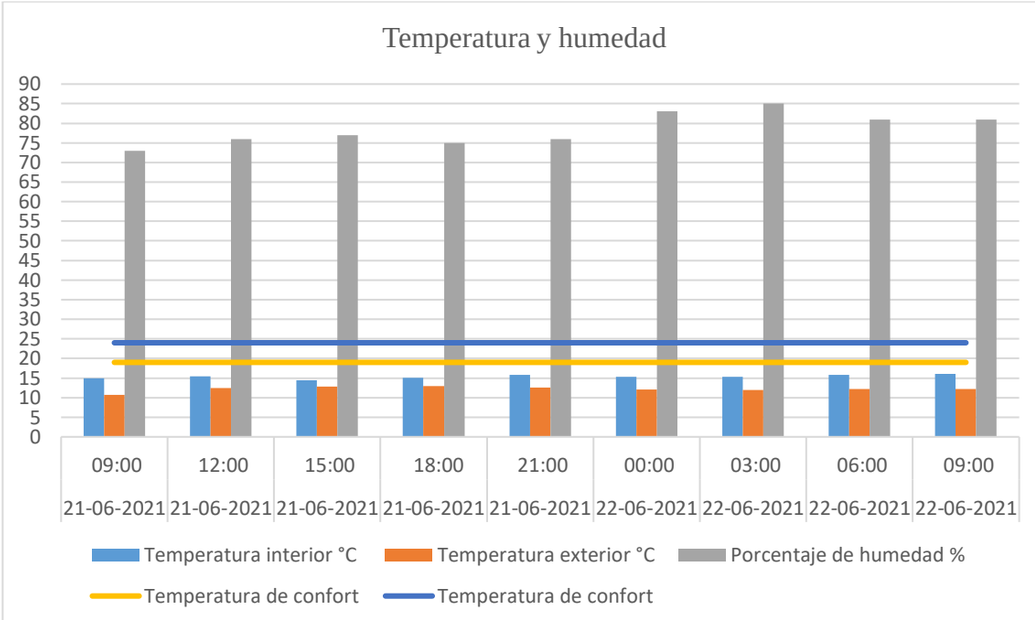


Gráfico 2. Temperatura y humedad

Fuente: Elaboración propia,2021

Fecha	Hora	Temperatura interior °C	Temperatura exterior °C	Porcentaje de humedad %	Temperatura de confort	Temperatura de confort
21-06-2021	09:00	15	10,7	73	19	24
21-06-2021	12:00	15,5	12,5	76	19	24
21-06-2021	15:00	14,5	12,8	77	19	24
21-06-2021	18:00	15,1	12,9	75	19	24
21-06-2021	21:00	15,8	12,6	76	19	24
22-06-2021	00:00	15,3	12,1	83	19	24
22-06-2021	03:00	15,3	12	85	19	24
22-06-2021	06:00	15,8	12,2	81	19	24
22-06-2021	09:00	16,1	12,2	81	19	24

Tabla 11. Temperatura y humedad

Fuente: Elaboración propia, 2021

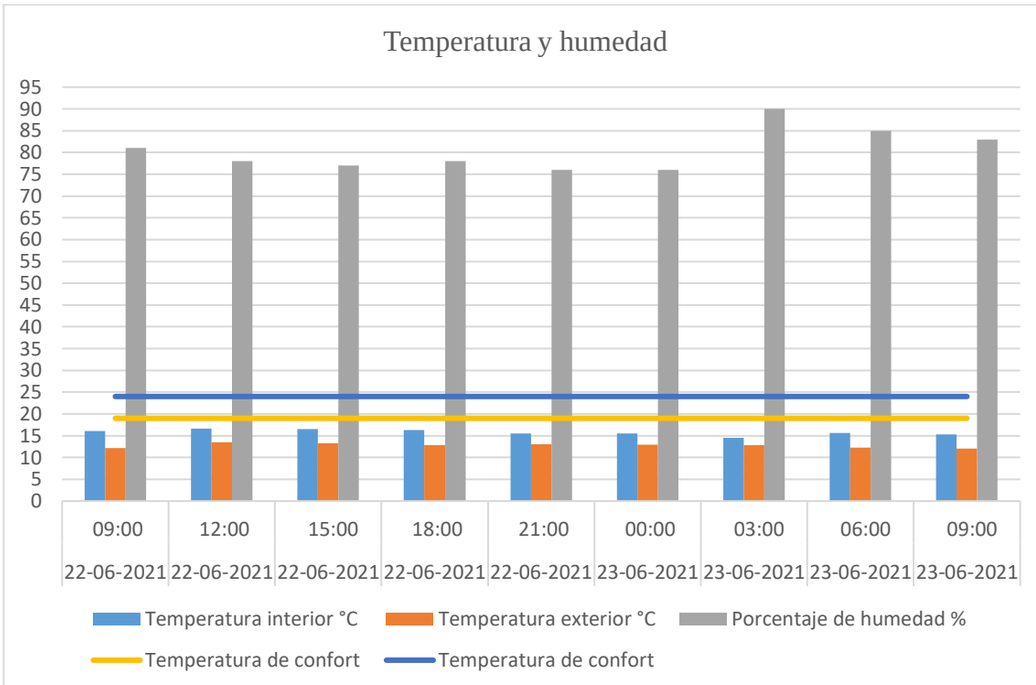


Gráfico 3. Temperatura y humedad

Fuente: Elaboración propia,2021

Fecha	Hora	Temperatura interior °C	Temperatura exterior °C	Porcentaje de humedad %	Temperatura de confort	Temperatura de confort
22-06-2021	09:00	16,1	12,2	81	19	24
22-06-2021	12:00	16,6	13,5	78	19	24
22-06-2021	15:00	16,5	13,3	77	19	24
22-06-2021	18:00	16,3	12,8	78	19	24
22-06-2021	21:00	15,5	13	76	19	24
23-06-2021	00:00	15,5	12,9	76	19	24
23-06-2021	03:00	14,5	12,8	90	19	24
23-06-2021	06:00	15,6	12,3	85	19	24
23-06-2021	09:00	15,3	12	83	19	24

Tabla 12. Temperatura y humedad

Fuente: Elaboración propia, 2021

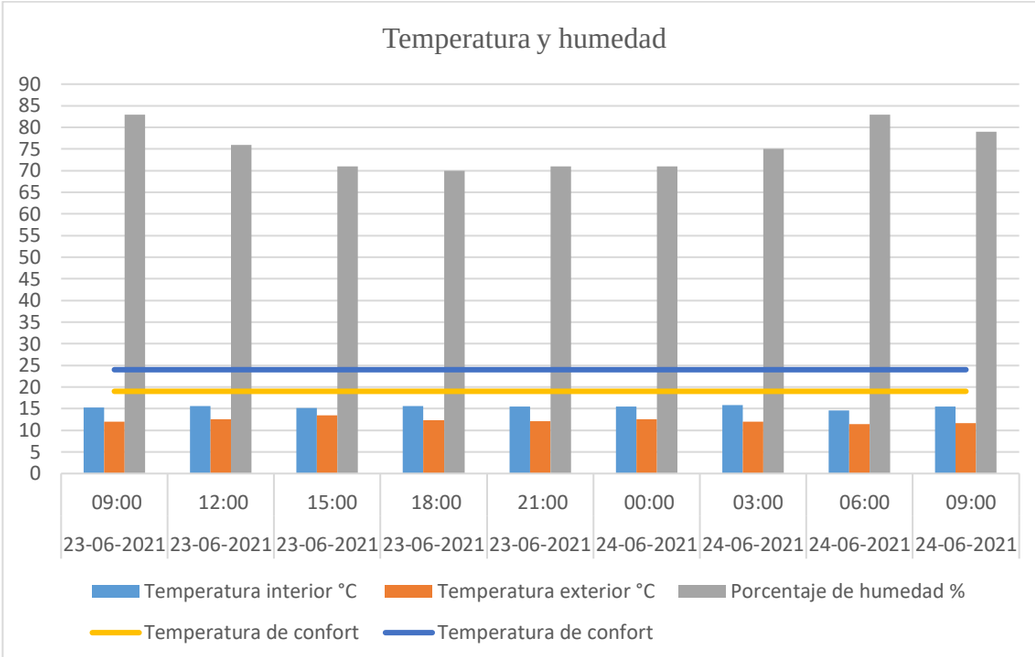


Gráfico 4. Temperatura y humedad

Fuente: Elaboración propia,2021

Fecha	Hora	Temperatura interior °C	Temperatura exterior °C	Porcentaje de humedad %	Temperatura de confort	Temperatura de confort
23-06-2021	09:00	15,3	12	83	19	24
23-06-2021	12:00	15,6	12,6	76	19	24
23-06-2021	15:00	15,1	13,4	71	19	24
23-06-2021	18:00	15,6	12,3	70	19	24
23-06-2021	21:00	15,5	12,1	71	19	24
24-06-2021	00:00	15,5	12,5	71	19	24
24-06-2021	03:00	15,8	12	75	19	24
24-06-2021	06:00	14,6	11,4	83	19	24
24-06-2021	09:00	15,5	11,6	79	19	24

Tabla 13. Temperatura y humedad

Fuente: Elaboración propia, 2021

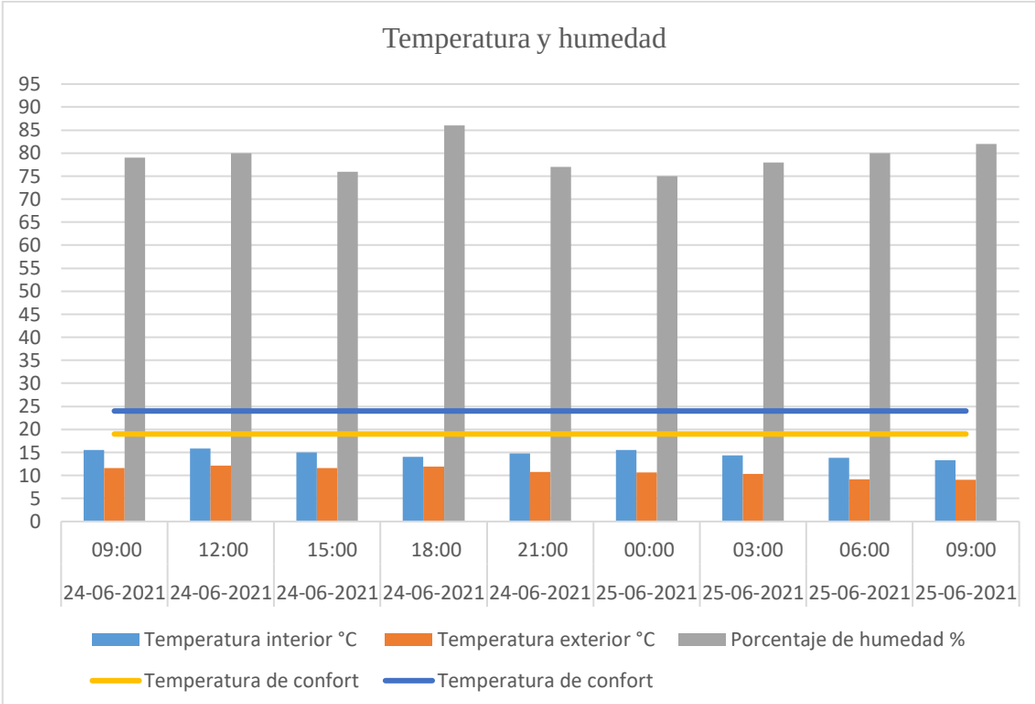


Gráfico 5. Temperatura y humedad

Fuente: Elaboración propia,2021

Fecha	Hora	Temperatura interior °C	Temperatura exterior °C	Porcentaje de humedad %	Temperatura de confort	Temperatura de confort
24-06-2021	09:00	15,5	11,6	79	19	24
24-06-2021	12:00	15,8	12,1	80	19	24
24-06-2021	15:00	15	11,6	76	19	24
24-06-2021	18:00	14	11,9	86	19	24
24-06-2021	21:00	14,8	10,8	77	19	24
25-06-2021	00:00	15,5	10,7	75	19	24
25-06-2021	03:00	14,4	10,3	78	19	24
25-06-2021	06:00	13,8	9,2	80	19	24
25-06-2021	09:00	13,3	9,1	82	19	24

Tabla 14. Temperatura y humedad

Fuente: Elaboración propia, 2021

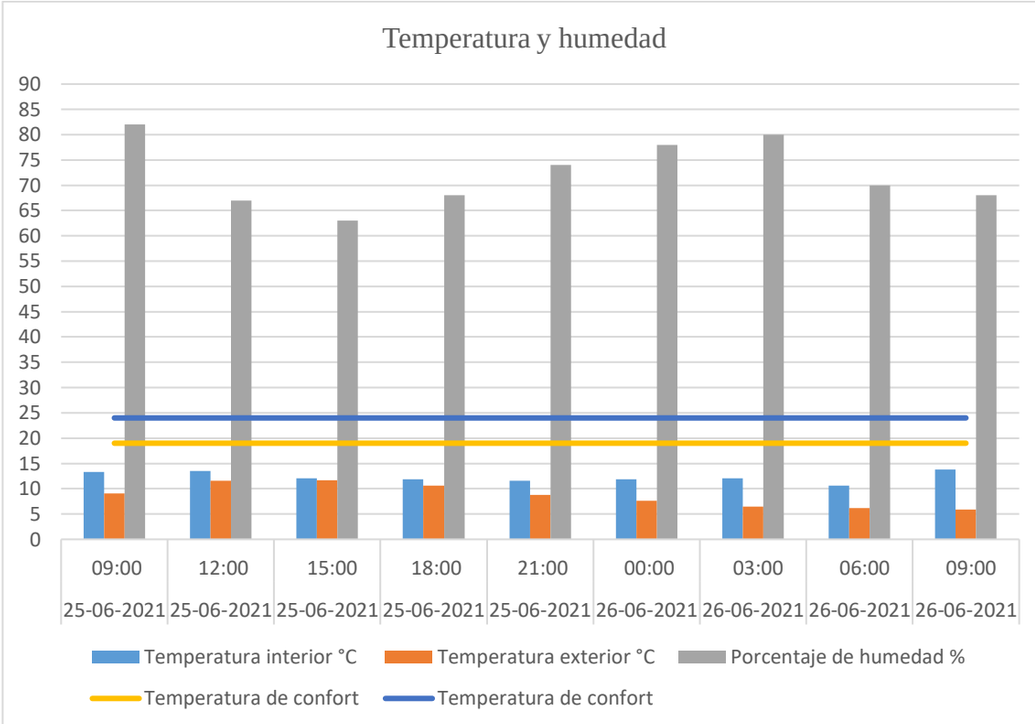


Gráfico 6. Temperatura y humedad

Fuente: Elaboración propia,2021

Fecha	Hora	Temperatura interior °C	Temperatura exterior °C	Porcentaje de humedad %	Temperatura de confort	Temperatura de confort
25-06-2021	09:00	13,3	9,1	82	19	24
25-06-2021	12:00	13,5	11,6	67	19	24
25-06-2021	15:00	12,1	11,7	63	19	24
25-06-2021	18:00	11,9	10,6	68	19	24
25-06-2021	21:00	11,6	8,8	74	19	24
26-06-2021	00:00	11,9	7,6	78	19	24
26-06-2021	03:00	12,1	6,5	80	19	24
26-06-2021	06:00	10,6	6,2	70	19	24
26-06-2021	09:00	13,8	5,9	68	19	24

Tabla 15. Temperatura y humedad

Fuente: Elaboración propia, 2021

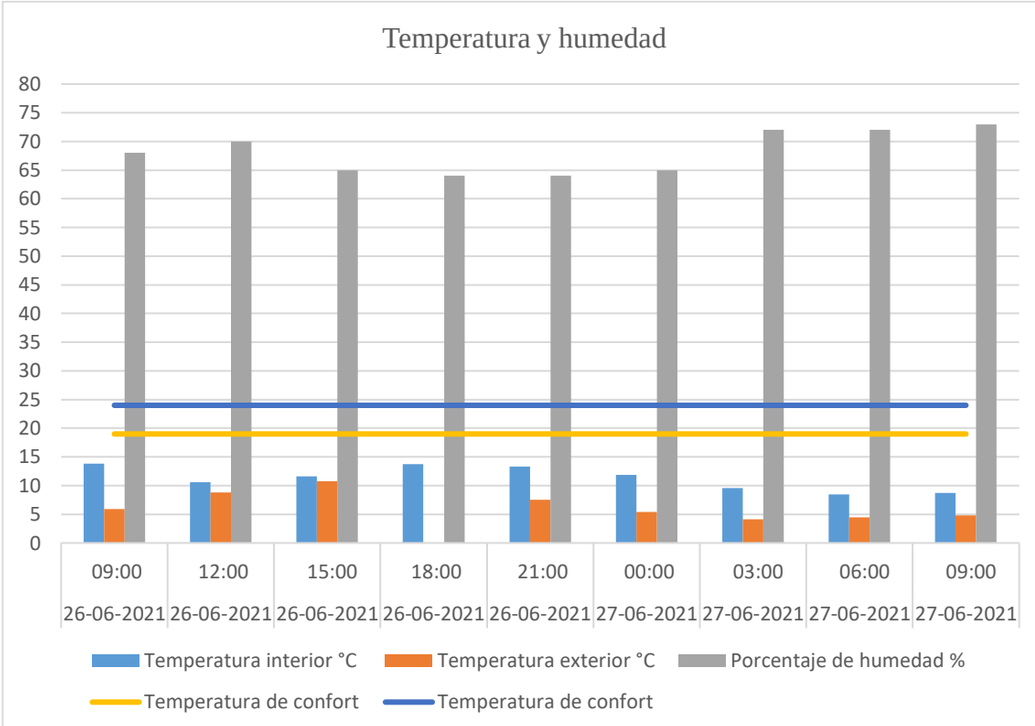


Gráfico 7. Temperatura y humedad

Fuente: Elaboración propia,2021

Fecha	Hora	Temperatura interior °C	Temperatura exterior °C	Porcentaje de humedad %	Temperatura de confort	Temperatura de confort
26-06-2021	09:00	13,8	5,9	68	19	24
26-06-2021	12:00	10,6	8,8	70	19	24
26-06-2021	15:00	11,6	10,8	65	19	24
26-06-2021	18:00	13,7	8,8°	64	19	24
26-06-2021	21:00	13,3	7,5	64	19	24
27-06-2021	00:00	11,9	5,4	65	19	24
27-06-2021	03:00	9,6	4,1	72	19	24
27-06-2021	06:00	8,5	4,5	72	19	24
27-06-2021	09:00	8,7	4,8	73	19	24

Tabla 16. Temperatura y humedad

Fuente: Elaboración propia, 2021

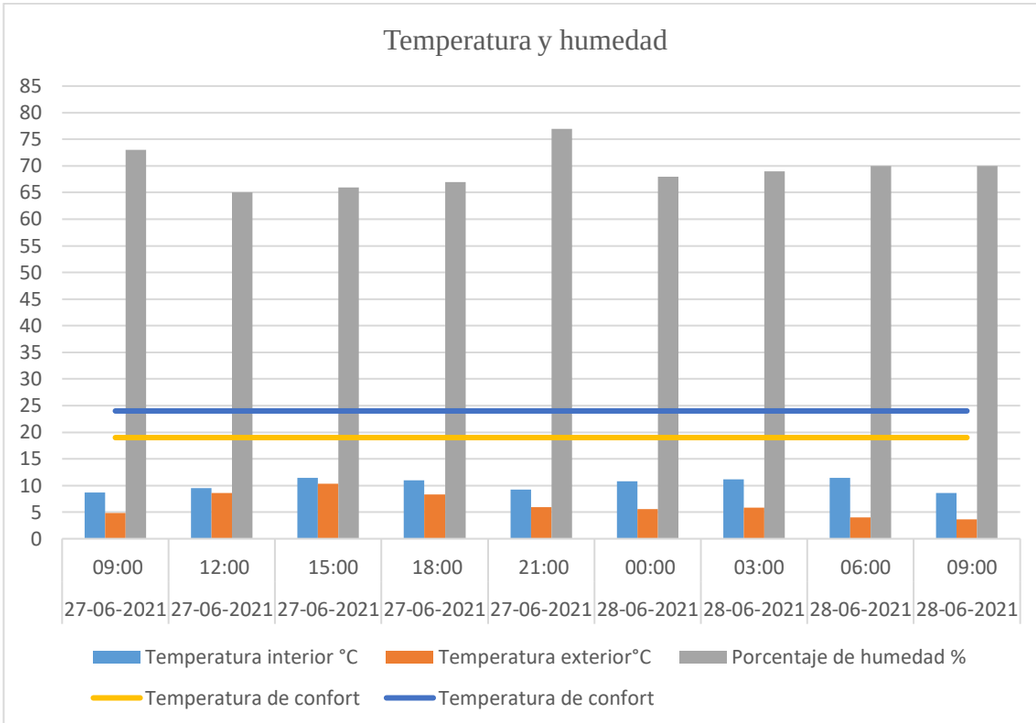


Gráfico 8. Temperatura y humedad

Fuente: Elaboración propia,2021

Fecha	Hora	Temperatura interior °C	Temperatura exterior°C	Porcentaje de humedad %	Temperatura de confort	Temperatura de confort
27-06-2021	09:00	8,7	4,8	73	19	24
27-06-2021	12:00	9,5	8,6	65	19	24
27-06-2021	15:00	11,4	10,3	66	19	24
27-06-2021	18:00	11	8,3	67	19	24
27-06-2021	21:00	9,2	5,9	77	19	24
28-06-2021	00:00	10,8	5,6	68	19	24
28-06-2021	03:00	11,2	5,8	69	19	24
28-06-2021	06:00	11,4	4	70	19	24
28-06-2021	09:00	8,6	3,6	70	19	24

Tabla 17. Temperatura y humedad

Fuente: Elaboración propia, 2021

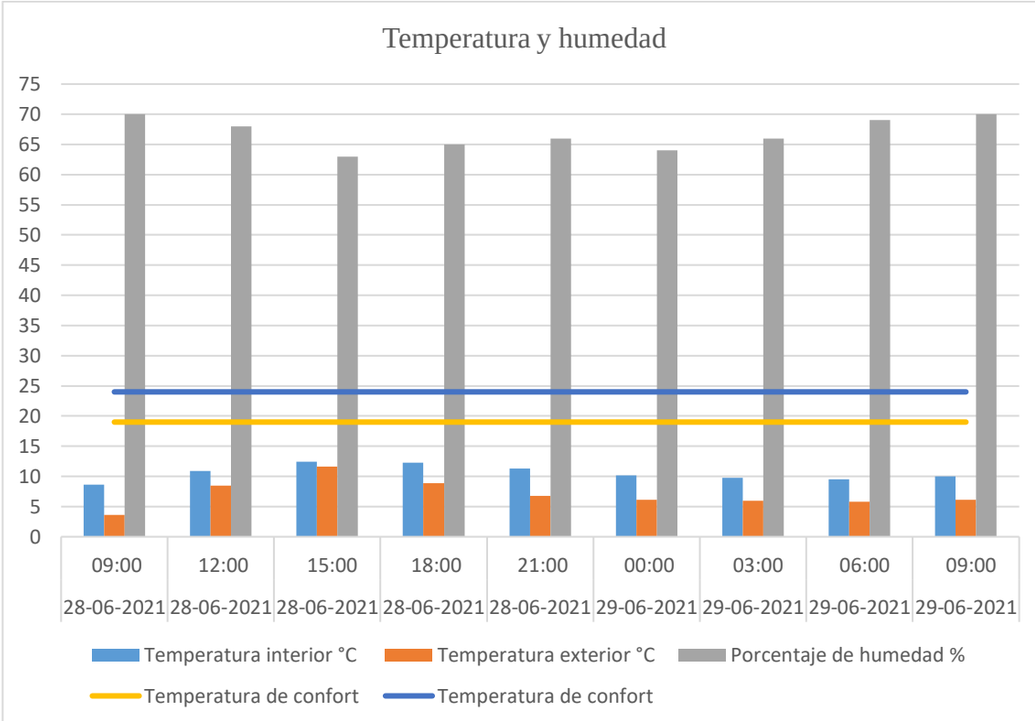


Gráfico 9. Temperatura y humedad

Fuente: Elaboración propia,2021

Fecha	Hora	Temperatura interior °C	Temperatura exterior °C	Porcentaje de humedad %	Temperatura de confort	Temperatura de confort
28-06-2021	09:00	8,6	3,6	70	19	24
28-06-2021	12:00	10,9	8,5	68	19	24
28-06-2021	15:00	12,4	11,6	63	19	24
28-06-2021	18:00	12,3	8,9	65	19	24
28-06-2021	21:00	11,3	6,8	66	19	24
29-06-2021	00:00	10,2	6,1	64	19	24
29-06-2021	03:00	9,8	6	66	19	24
29-06-2021	06:00	9,5	5,8	69	19	24
29-06-2021	09:00	10	6,1	70	19	24

Tabla 18. Temperatura y humedad

Fuente: Elaboración propia, 2021

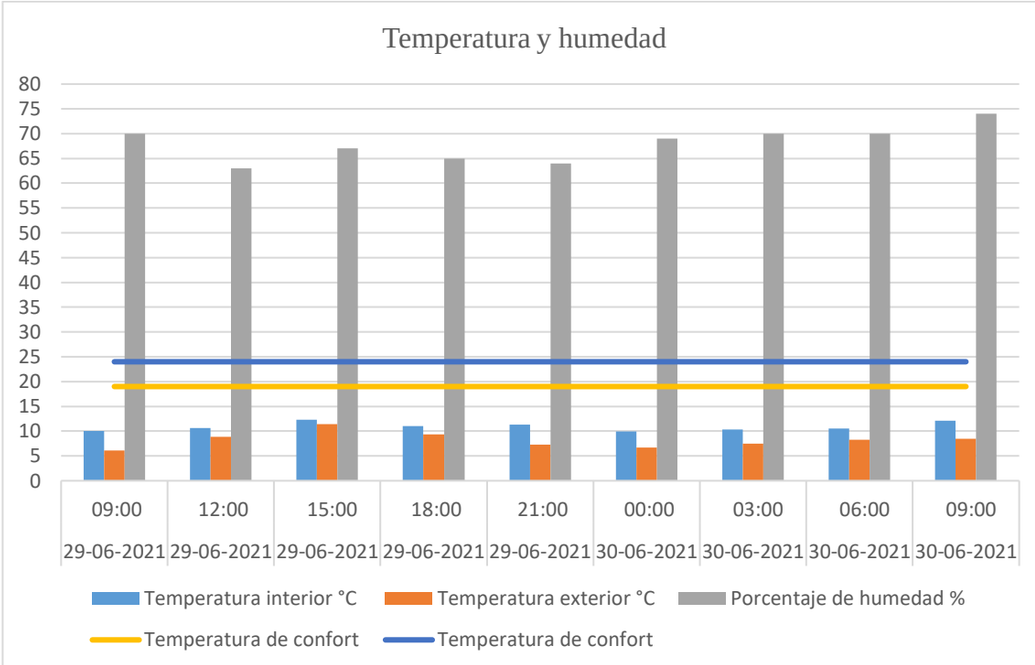


Gráfico 10. Temperatura y humedad

Fuente: Elaboración propia,2021

Fecha	Hora	Temperatura interior °C	Temperatura exterior °C	Porcentaje de humedad %	Temperatura de confort	Temperatura de confort
29-06-2021	09:00	10	6,1	70	19	24
29-06-2021	12:00	10,6	8,9	63	19	24
29-06-2021	15:00	12,3	11,4	67	19	24
29-06-2021	18:00	11	9,4	65	19	24
29-06-2021	21:00	11,3	7,3	64	19	24
30-06-2021	00:00	9,9	6,7	69	19	24
30-06-2021	03:00	10,3	7,5	70	19	24
30-06-2021	06:00	10,5	8,3	70	19	24
30-06-2021	09:00	12,1	8,5	74	19	24

Tabla 19. Temperatura y humedad

Fuente: Elaboración propia, 2021

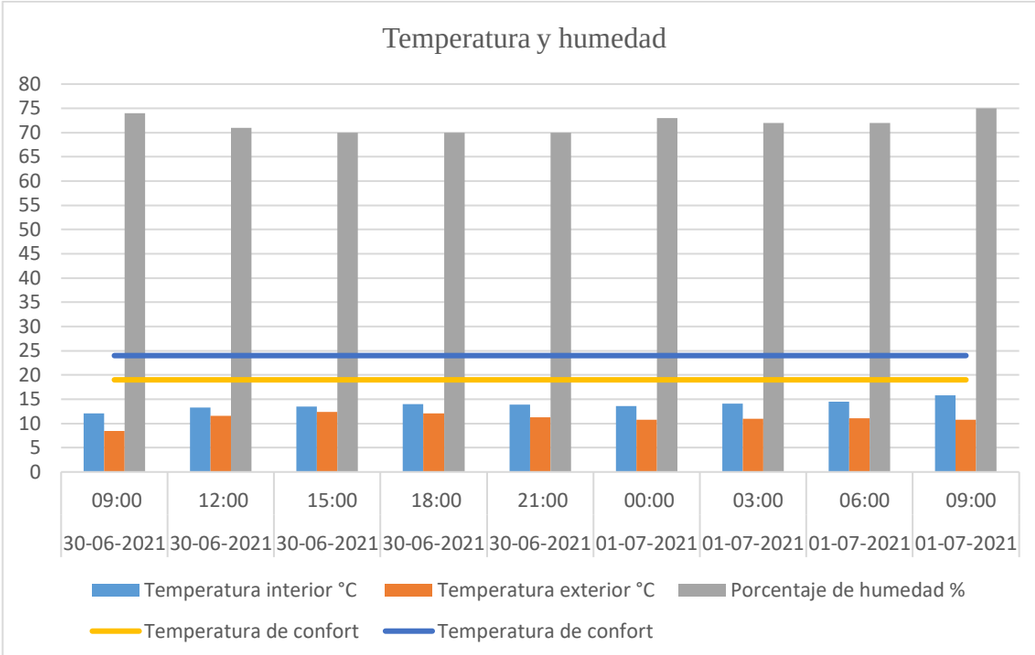


Gráfico 11. Temperatura y humedad

Fuente: Elaboración propia,2021

Fecha	Hora	Temperatura interior °C	Temperatura exterior °C	Porcentaje de humedad %	Temperatura de confort	Temperatura de confort
30-06-2021	09:00	12,1	8,5	74	19	24
30-06-2021	12:00	13,3	11,6	71	19	24
30-06-2021	15:00	13,5	12,4	70	19	24
30-06-2021	18:00	14	12,1	70	19	24
30-06-2021	21:00	13,9	11,3	70	19	24
01-07-2021	00:00	13,6	10,8	73	19	24
01-07-2021	03:00	14,1	11	72	19	24
01-07-2021	06:00	14,5	11,1	72	19	24
01-07-2021	09:00	15,8	10,8	75	19	24

Tabla 20. Temperatura y humedad

Fuente: Elaboración propia, 2021

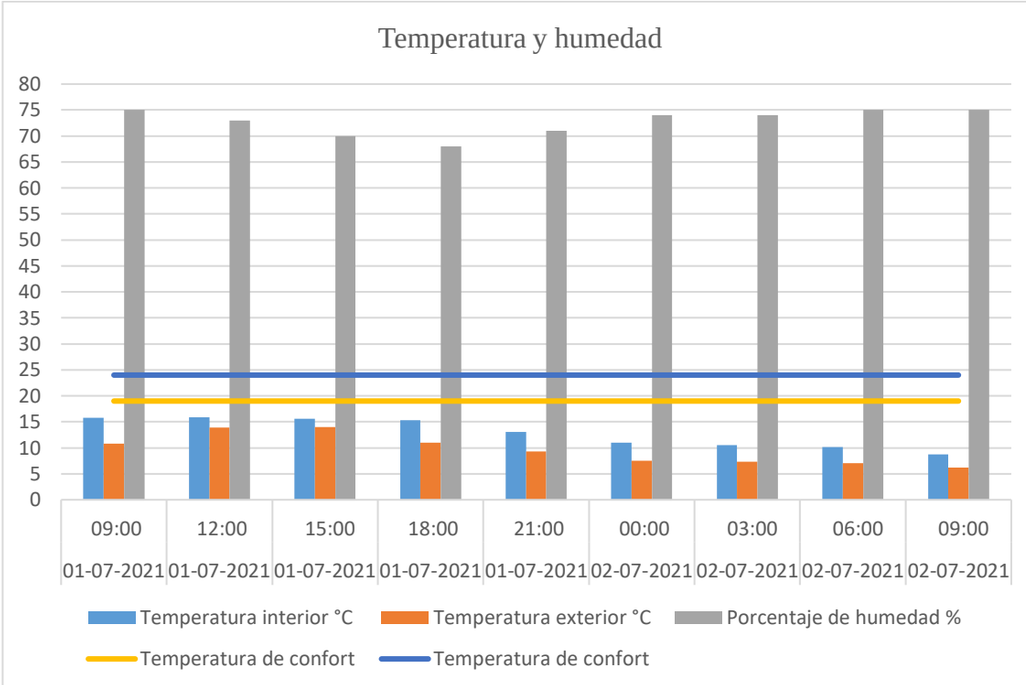


Gráfico 12. Temperatura y humedad

Fuente: Elaboración propia,2021

Fecha	Hora	Temperatura interior °C	Temperatura exterior °C	Porcentaje de humedad %	Temperatura de confort	Temperatura de confort
01-07-2021	09:00	15,8	10,8	75	19	24
01-07-2021	12:00	15,9	13,9	73	19	24
01-07-2021	15:00	15,6	14	70	19	24
01-07-2021	18:00	15,3	11	68	19	24
01-07-2021	21:00	13,1	9,3	71	19	24
02-07-2021	00:00	11	7,5	74	19	24
02-07-2021	03:00	10,5	7,3	74	19	24
02-07-2021	06:00	10,1	7	75	19	24
02-07-2021	09:00	8,7	6,2	75	19	24

Tabla 21. Temperatura y humedad

Fuente: Elaboración propia, 2021

CAPITULO III: PLANTEAR SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA PARA MEJORAR LA ENVOLVENTE TERMICA DEL INMUEBLE

Las Fachadas Green Solution Jakob Inox Line de Brimat

Los **muros vegetales** son aportes de pulmones verdes adicionales en la ciudad conformados con plantas que pueden vivir muchos años, por lo cual es de suma importancia al momento de elegir el sistema que soporte el **muro verde** que este ofrezca una vida útil igual o superior a la de los elementos verdes.

Figura 18. Uniones y cables

Fuente:Brimat

Las Fachadas Green Solution Jakob Inox Line de Brimat conforman muros vegetales a partir de una estructura de cables verticales y barras horizontales en acero inoxidable de alta calidad (AISI 316). El sistema está compuesto de pocos elementos, es ligero, fácil y rápido de montar.

Cables:

Los cables Jakob® de Brimat se fijan a una distancia de pared entre 80 y 150 mm, dependiendo de la especie que se escoja. El espacio generado crea una capa de aire aislante la cual: regula variaciones de temperatura, protege la fachada contra rayos UV y disminuye costos de calefacción.

Figura 19. Uniones de cables

Fuente:Brimat

Estos se forman a partir de una estructura de cables verticales y barras horizontales en acero inoxidable de alta calidad (AISI 316). El sistema está compuesto de pocos elementos, es ligero, fácil y rápido de montar, en conjunto con los elementos del paisajismo conforman una cortina vegetal.

De este modo el inmueble adquiere propiedades mecánicas en cuanto a su rendimiento térmico y a la vez estético. Esto se debe a que se produce una separación entre la piel exterior del inmueble y la estructura de cables y barras horizontales y la vegetación.

Proporcionando un efecto regulador de temperatura interior, promoviendo adema una óptima ventilación y conformando barrera contra la lluvia y la radiación solar.

Cada elemento esta diseñado y calculado especialmente para el proyecto solicitado y posteriormente fabricado a medida.

SISTEMA DE FIJACION

El sistema Jakob INOX LINE esta dimensionado según cada parte del proyecto. Está diseñado para soportar su propio peso, la presión y succión del viento y la carga de la lluvia. La carga es absorbida por las fijaciones superiores e inferiores (perfil angular 30x30x4mm) en distinta medida y a esto se le suma un factor de seguridad. Dichas fijaciones están sujetas a la fachada del inmueble por medio de **soportes piramidales** de alta resistencia y diseñadas y fabricados por Jacob IÑOX LINE.

Figura 20. Soportes

Fuente:Brimat

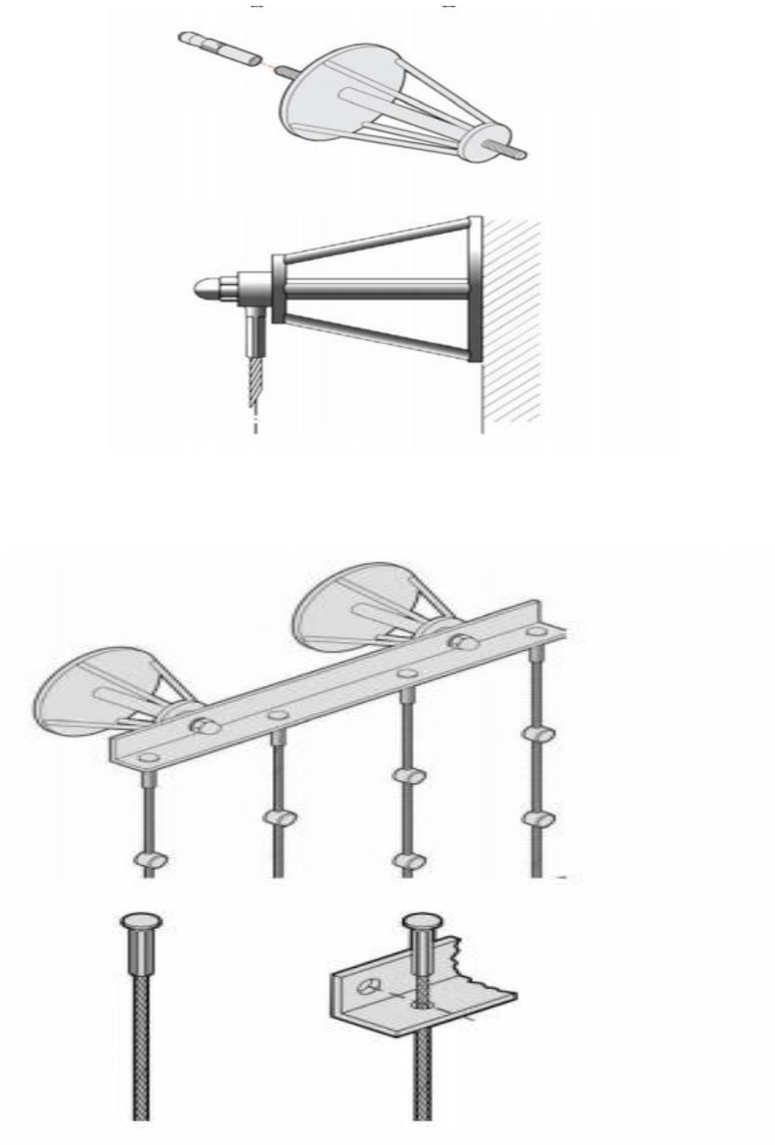


Figura 21. Soportes piramidales

Fuente: Brimat

Cada cuadrilla de barra horizontales está diseñadas a medida, ambos elementos están fabricados del mismo material de alta calidad y un mismo diámetro efectivo (3,7mm). Estas conforman una superficie ideal para el crecimiento de las plantas trepadoras.

Las Dimensiones entre cables y barras horizontales están previstas para el correcto crecimiento de las plantas y la seguridad de un muro siempre vende.

Cada cable está separado del próximo a 25 cm y cada barra horizontal está separada de la próxima hacia arriba y /o abajo en 35 cm. La constancia en dichas medidas permitirá mantener la misma intensidad de la vegetación en cada fachada.

Figura 22. Vegetación trepando cables

Fuente: Brimat

Los cruces de ambos elementos se fijan por medio de sujetadores de plástico especialmente diseñados por Jacob INOX LINE. Esta pieza permite mantener cada elemento en su ubicación previamente definida. Son fabricados en **Poliamida 6** con filtro UV y tornillos en acero inoxidable.

Figura 23. Uniones de cables

Fuente: Brimat

Características y ventajas

- Efecto regulador de temperatura.
- Aislante térmico
- Óptima ventilación.
- Barrera contra la lluvia y la radiación solar.
- Cada elemento está diseñado y calculado especialmente para el proyecto solicitado y posteriormente fabricados a medida.
- Fácil instalación.
- Ligero en peso.
- Protección y ventilación de las fachadas
- Aporte de pulmones verdes adicionales en la ciudad.

Figura 24. Uniones de cables y perfil

Fuente: Brimat

Composición

El sistema Fachadas Green Solution Jakob Inox Line de Brimat esta dimensionado según cada parte del proyecto. Está diseñado para soportar su propio peso, la presión y succión del viento y la carga de la lluvia. La carga total es absorbida por las fijaciones superiores e inferiores en distinta medida y a esto se le suma un factor de seguridad. Dichas fijaciones están sujetas a la fachada del edificio por medio de soportes piramidales de alta resistencia.

Cada cuadrilla de cables y barras horizontales están diseñadas a medida, ambos elementos están fabricados del mismo material de alta calidad y un mismo diámetro efectivo. Esta conforma una superficie ideal para el crecimiento de las plantas trepadoras.

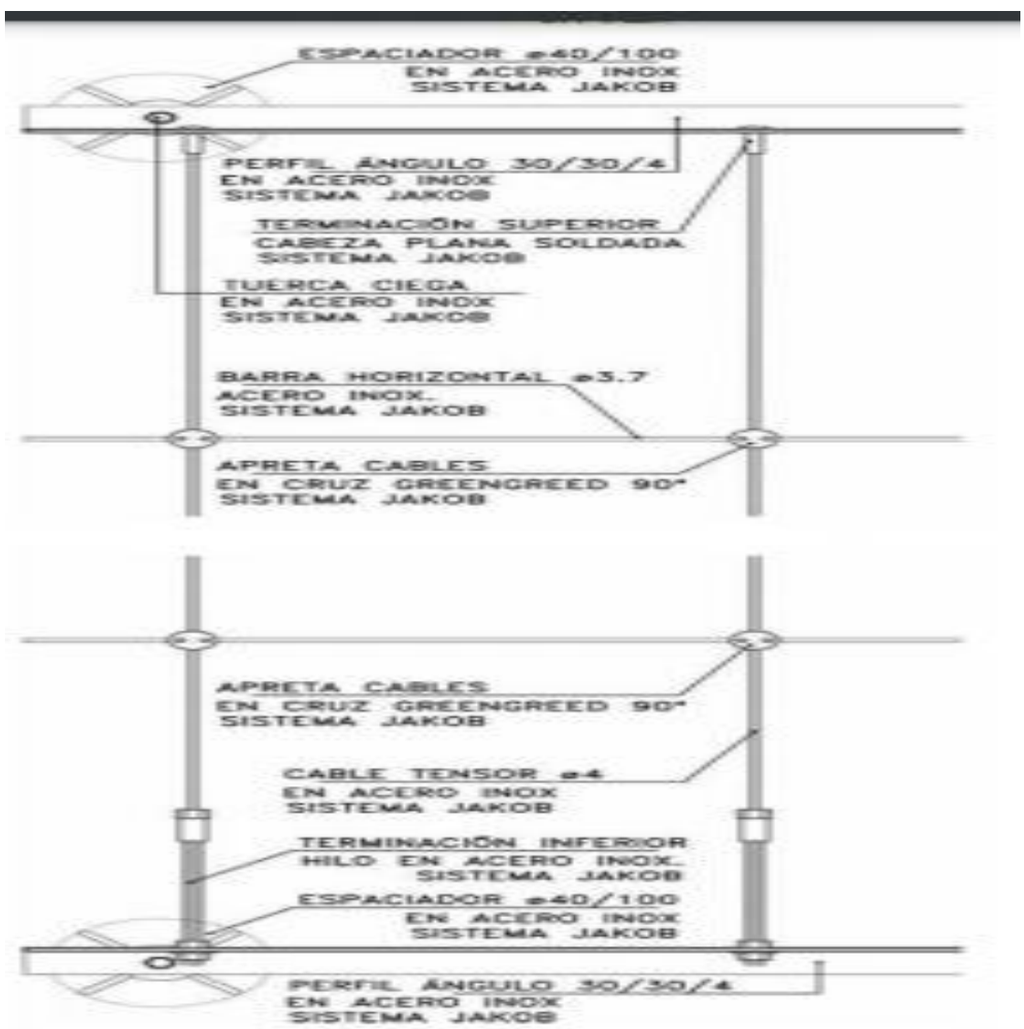


Figura 25. Detalle Constructivo

Fuente: Brimat

SISTEMA DE RIEGO

El riego por goteo es uno de los sistemas más eficientes en la actualidad, el suministro de agua es constante y uniforme, gota a gota, que permite mantener el agua de la zona radicular en condiciones de baja tensión. El agua aplicada por los goteros forma un humedecimiento en forma de cebolla en el interior del suelo, al que comúnmente se le denomina “bulbo húmedo”. Este bulbo normalmente alcanza su máximo diámetro a una profundidad de 30 cm aproximadamente y su forma está condicionada fuertemente por las características del suelo, en particular la textura.

Figura 26. Sistema de riego por goteo

Ventajas

- No perderemos agua por escorrentía (el agua que corre por la superficie). Al administrarse el agua gota a gota, esta nunca podrá acumularse en la superficie y correr sobre ella, perdiendo así esta agua y haciendo que a la planta no le dé tiempo a absorberla.
- Automatización completa del sistema. Gracias al programador lo controlamos todo en todo momento.
- Disposición exacta del agua en el lugar en el que necesita la planta. El sistema de riego por goteo distribuye en el agua directamente en la raíz de la planta para que absorba más rápido y se encargará de distribuirla.
- Este sistema de riego es apto para instalarse en cualquier tipo de terreno.

- Menor erosión del suelo ya que el agua no corre por este.
- Ahorra desde un 40% hasta un 60% de agua y puedes llevarla a zonas de difícil acceso

Desventajas

A pesar de las ventajas del riego por goteo presenta también algunos inconvenientes:

- El riego por goteo es más caro en la instalación que otros sistemas de riego. Pero realmente a la larga será mucho más económico y sobre todo ecológico.
- Posible taponamiento de los goteros debido a las sales que pueda contener el agua o por la mala calidad del gotero.

CAPITULO IV: CUBICAR LA PROPUSTA DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO PARA LA VIVIENDA

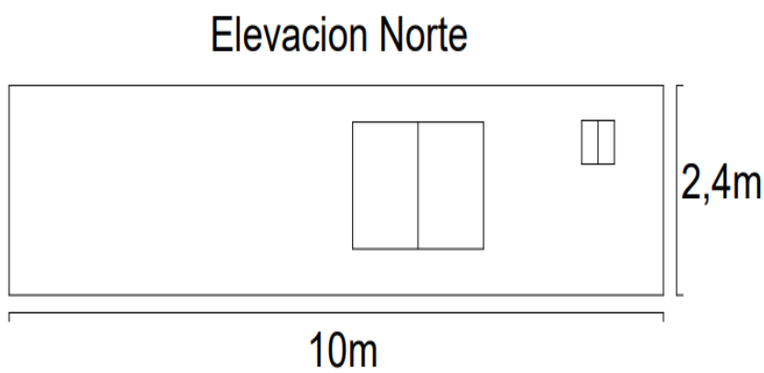


Figura 27. Elevación norte

Fuente: Elaboración propia ,2021.

Área total =10x2,4=24m^2

Área ventana 1= 2x1,45=2,9m^2

Área ventana 2= 0,5x0,5=0,25m^2

Área para cubrir: 24-2,9-0,25=20,85m^2

Área final =20,85m^2

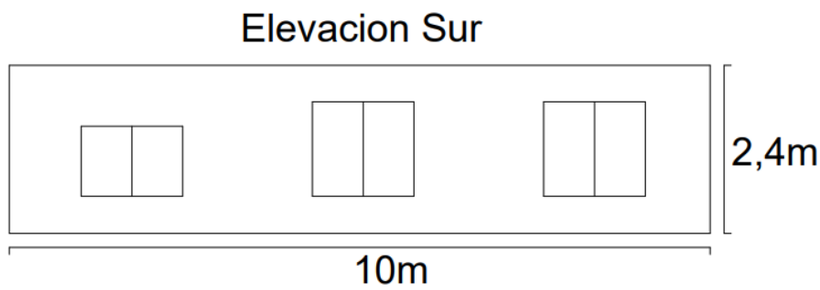


Figura 28. Elevación sur

Fuente: Elaboración propia ,2021.

Área total =10x2,4=24m^2

Área ventana 1= 1x1,45=1,45 m^2

Área ventana 2=1,45x1,35=1,958 m^2

Área ventana 2= 1,45x1,35=1,958 m^2

Área para cubrir: 24-1,45-1,958-1,958=18,634m^2

Área final=18,634m^2

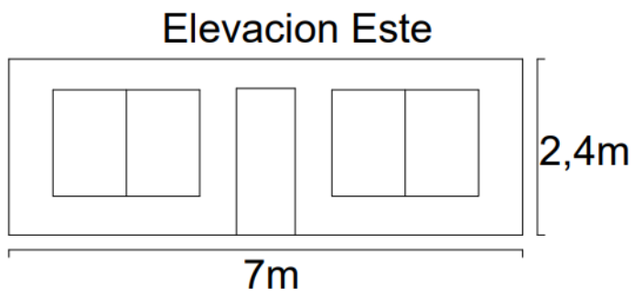


Figura 29. Elevación este

Fuente: Elaboración propia ,2021.

Área total =10x2,4=24m^2

Área ventana 1= 2x1,45=2,9 m^2

Área ventana 2=2x1,45=2,9 m^2

Área puerta = 2x0,8=1,6m^2

Área para cubrir: 24-2,9-2,9-1,6=16,6m^2

Área final=16,6m^2

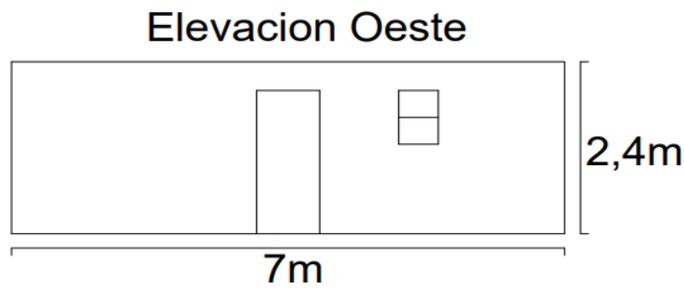


Figura 30. Elevación oeste

Fuente: Elaboración propia ,2021.

Área total =10x2,4=24m^2

Área puerta= 2x0,8=1,6 m^2

Área ventana =0,5x0,5=0,25m^2

Área para cubrir: 24-1,6-0,25=22,15m^2

Área final=22,15m^2

Total a cubrir =20,85+18,634+16,6+22,15=78,234 m^2

Angulo acero Inoxidable:30x30x4mm=10+10+7+7=34x2=68 metros lineal

CONCLUCION:

En conclusión, a la investigación desarrollada se pudo concluir gracias a la toma de datos y con la proyección de datos en gráficos y los cálculos de transmitancia térmica se pudo concluir que el primer piso de la casa ubicada en la ciudad de Chiguayante se encuentra bajo la norma del plan de descontaminación medioambiental del gran concepción, porque lo que fue necesario buscar una sistema constructivo que ayude a mejorar las condiciones térmicas del inmueble. Como sistema constructivo para mejorar la envolvente térmica se buscó analizar el sistema constructivo de fachadas verde como aislante térmico al cual el proceso constructivo de la instalación de la estructura es rápido pero el crecimiento de las plantas que cubrirán la estructura es lento para cubrir la totalidad del primer piso del inmueble.

Este sistema constructivo actúa como una barrera creando un espacio ventilado entre el muro y el exterior del inmueble el cual disminuye la transmitancia térmica.

. BIBLIOGRAFIA.

Blender, A. M. (14 de Abril de 2015). *arquitecturayenergia*. Obtenido de Isla de calor urbana: <http://www.arquitecturayenergia.cl/home/isla-de-calor-urbana/>

Cámara Chilena de la Construcción. (2015). *CCHC.* (M. Blender, Ed.) Recuperado el [Agosto 2015], de Manual de acondicionamiento térmico.: <https://cchc.cl/uploads/archivos/archivos/Manual_WEB.PDF>

ciencia, E. c. (s.f.). *enclavedeciencia.rae*. Obtenido de Condiciones ambientales: <https://enclavedeciencia.rae.es/diccionarios/terminesp/search/zones?zones%5B%5D=header:condiciones%20ambientales>

Construcción., C. C. (2015). *MANUAL ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO* (1a ed.). Santiago, Region Metropolitana, Chile: Gráfica Andes.

S&P. (17 de Julio de 2018). *solerpalau.com*. Obtenido de Termohigrómetro: temperatura y humedad: <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/termohigrometro/#:~:text=Un%20termohigr%C3%B3metro%20es%20un%20instrumento,humedad%20relativa%20de%20un%20ambiente.>

Torres, M. (s.f.). *F3 ARQUITECTURA*. Obtenido de FACHADA VEGETAL: <https://www.f3arquitectura.es/envolventes/fachada-vegetal/#:~:text=La%20fachada%20vegetal%20es%20una,como%20aislante%20t%C3%A9rmico%20y%20ac%C3%BAstico.>