

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“ANÁLISIS DE REFLECTIVIDAD Y EMISIVIDAD  
UTILIZANDO PROTOTIPOS DE TECHOS FRÍOS  
Y VERDES EN LA CIUDAD DE JAÉN,  
CAJAMARCA 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero civil**

**Autores:**

Jhon Jorge Cotrina Monsalve  
Wilker Jhon Villanueva Hoyos

**Asesor:**

Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen  
<https://orcid.org/0000-0001-5024-7595>

Cajamarca - Perú

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	<b>Anita Elizabet Alva Sarmiento</b>	<b>26697612</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	<b>Luis Vasquez Ramirez</b>	<b>26693344</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	<b>Italo David Bendezú Checcllo</b>	<b>47050486</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## **DEDICATORIA**

A Dios por la vida, la salud y brindarnos los conocimientos necesarios para poder llegar hasta este momento tan importante de nuestra formación profesional, a nuestros padres hermanos y familiares por ser el pilar de nuestras metas, por brindarnos su amor incondicional, y por inculcarnos buenos valores.

Jhon Jorge Cotrina Monsalve

Wilker Jhon Villanueva Hoyos

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, a Dios por guiarnos por el buen camino y brindarnos salud, fortaleza y capacidad para adquirir conocimientos durante nuestra vida universitaria, a nuestros docentes por su esfuerzo y dedicación al brindarnos sus conocimientos y las pautas para nuestra formación profesional, finalmente a nuestras familias en especial padres y hermanos por su amor, comprensión y apoyo incondicional y por la confianza que depositaron en nosotros de poder superarnos.

**Jhon Jorge Cotrina Monsalve**

**Wilker Jhon Villanueva Hoyos**

**Tabla de contenido**

DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
<b>1.1. Realidad problemática</b>	<b>12</b>
<b>1.2. Formulación del problema</b>	<b>27</b>
<b>1.3. Objetivos</b>	<b>27</b>
<b>1.4. Hipótesis</b>	<b>28</b>
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	29
CAPÍTULO III: RESULTADOS	51
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	71
REFERENCIAS	78
ANEXOS	82

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Índice de Reflectividad Solar de superficies patrones.....	24
<b>Tabla 2</b> Valores de emisividad de materiales comunes.....	25
<b>Tabla 3</b> Valores de emisividad de materiales.....	26
<b>Tabla 4</b> Coordenadas UTM del lugar el proyecto.....	32
<b>Tabla 5</b> Materiales para la construcción de prototipo de Techo Frío (F01).....	32
<b>Tabla 6</b> Materiales para la construcción de prototipo de Techo Frío (F02).....	33
<b>Tabla 7</b> Materiales para la construcción de prototipo de Techos Verdes (V01 y V02).....	33
<b>Tabla 8</b> Datos históricos de temperaturas máximas mensual del 2004 al 2013.....	47
<b>Tabla 9</b> Datos históricos de temperatura diaria en el mes de octubre.....	48
<b>Tabla 10</b> Valores de emisividad para los prototipos patrón.....	51
<b>Tabla 11</b> Temperatura ambiente Interior y exterior de prototipos patrón.....	52
<b>Tabla 12</b> Emisividad para los prototipos techos fríos.....	54
<b>Tabla 13</b> Temperatura ambiente Interior y exterior de prototipos de techos fríos F01(panel termoacústico TK5) y F02(teja andina).....	55
<b>Tabla 14</b> Emisividad para los prototipos techos verdes.....	59
<b>Tabla 15</b> Temperatura ambiente Interior y exterior de prototipos de techos verdes V01(plantas suculentas) y V02 (plantas rastreras o cuna de niño).....	60
<b>Tabla 16</b> Índice de reflectividad solar (SRI) del prototipo patrón (panel termoacústico TK5).....	62
<b>Tabla 17</b> Temperatura diaria y SRI del prototipo patrón (panel termoacústico TK5).....	62
<b>Tabla 18</b> Índice de reflectividad solar (SRI) para las temperaturas diarias registradas en el prototipo-patrón (Teja Andina).....	63
<b>Tabla 19</b> Temperaturas diarias y SRI del prototipo patrón - (teja andina).....	63
<b>Tabla 20</b> Índice de reflectividad solar (SRI) del prototipo de techo frío (panel termoacústico TK5).....	64
<b>Tabla 21</b> Temperaturas diarias y SRI del prototipo techo frío F01.....	65
<b>Tabla 22</b> Índice de reflectividad solar (SRI) para las temperaturas diarias registradas en el prototipo-techo frío (Teja Andina).....	65

<b>Tabla 23</b> Resumen de las temperaturas promedio exterior y superficial y SRI.....	66
<b>Tabla 24</b> Índice de reflectividad solar (SRI) para las temperaturas diarias registradas en el prototipo-techo verde (plantas suculentas).....	67
<b>Tabla 25</b> Resumen de temperaturas máximas superficial, exterior y cálculo del SRI según la hora tomada. ....	67
<b>Tabla 26</b> Índice de reflectividad solar (SRI) para las temperaturas diarias registradas en el prototipo-techo verde V02 (plantas cuna niño).....	68
<b>Tabla 27</b> Resumen de temperaturas máximas superficial, exterior y cálculo del SRI según la hora tomada. ....	68
<b>Tabla 28</b> Temperatura promedio diarias interior, exterior y variación de estas en los prototipos patrones - panel termoacústico TK5 y teja andina .....	69
<b>Tabla 29</b> Temperatura promedio diarias interior, exterior y variación de estas en los prototipos techos fríos - panel termoacústico TK5(F01) y teja andina (F02).....	70
<b>Tabla 30</b> Temperatura promedio diarias interior, exterior y variación de estas en los prototipos techos verdes-V01(plantas suculentas) y V02(plantas rastreras- cuna de niño) .....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Mapa de la ciudad de Jaén, Cajamarca .....	31
<b>Figura 2</b> Extracción del suelo orgánico para la capa del sustrato .....	35
<b>Figura 3</b> Soportes y bandeja de madera para de prototipos techos verdes (V01 y V02).....	37
<b>Figura 4</b> Colocación de la geomembrana para V01 y V02 .....	38
<b>Figura 5</b> Colocación de la piedra chancada de 1/2" .....	39
<b>Figura 6</b> Colocación de geotextil .....	40
<b>Figura 7</b> Colocación del aserrín .....	41
<b>Figura 8</b> Colocación de la tierra orgánica .....	41
<b>Figura 9</b> Siembra de las plantas sedum-suculentas en el prototipo V01 .....	42
<b>Figura 10</b> Siembra de las plantas rastreras en el prototipo V02.....	43
<b>Figura 11</b> Soportes de prototipos para techos fríos (F01 y F02) .....	43
<b>Figura 12</b> Cobertura termoacústica TK5 en prototipo F01 .....	44
<b>Figura 13</b> Cobertura Teja andina en prototipo F02 .....	45
<b>Figura 14</b> Aplicación de la pintura Réflex aislante térmico en panel termoacústico TK5.....	46
<b>Figura 15</b> Aplicación de la pintura Réflex aislante térmico en teja andina.....	46
<b>Figura 16</b> Diagrama de flujo del proceso de elaboración de tesis.....	49
<b>Figura 17</b> Temperatura interior diaria de los prototipos patrón. ....	53
<b>Figura 18</b> Temperatura exterior diaria de los prototipos patrón.....	53
<b>Figura 19</b> Prototipo de Techo Frío F01- Panel termoacústico TK5 .....	54
<b>Figura 20</b> Prototipo de Techo Frío F02 - Teja andina.....	55
<b>Figura 21</b> Temperatura interior diaria de los prototipos de techos fríos. ....	56
<b>Figura 22</b> Temperatura exterior diaria de los prototipos de techos fríos.....	57
<b>Figura 23</b> Prototipo de techo verde V01-plantas suculentas .....	58
<b>Figura 24</b> Prototipo de techo verde V02- plantas rastreras o cuna de niño.....	58
<b>Figura 25</b> Temperatura interior diaria de los prototipos de techos verdes. ....	61

<b>Figura 26</b>	Temperatura exterior diaria de los prototipos de techos verdes. ....	61
<b>Figura 27</b>	Índice de reflectividad Solar (SRI) de prototipos patrón. ....	64
<b>Figura 28</b>	Índice de reflectividad Solar (SRI) de prototipos de techos fríos. ....	66
<b>Figura 29</b>	Índice de reflectividad Solar (SRI) de prototipos de techos verdes. ....	69
<b>Figura 30</b>	Toma de temperatura superficial en panel termoacústico TK5 .....	82
<b>Figura 31</b>	Toma de temperatura superficial en panel termoacústico TK5. ....	83
<b>Figura 32</b>	Toma de temperatura superficial en prototipo F01 (panel termoacústico TK5). ....	83
<b>Figura 33</b>	Toma de temperatura ambiente interior en prototipo F01 (panel termoacústico TK5). .	84
<b>Figura 34</b>	Toma de temperatura superficial en prototipo F02 (teja andina). ....	84
<b>Figura 35</b>	Toma de temperatura ambiente interior en prototipo F02 (teja andina). ....	85
<b>Figura 36</b>	Toma de temperatura superficial en prototipo V01 (plantas suculentas). ....	85
<b>Figura 37</b>	Toma de temperatura ambiente interior en prototipo V01 (plantas suculentas). ....	86
<b>Figura 38</b>	Toma de temperatura superficial en prototipo V02 (plantas rastreras o cuna de niño). .	86
<b>Figura 39</b>	Toma de temperatura superficial en prototipo V02 (plantas rastreras o cuna de niño). .	87

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1.</b> Índice de reflectividad solar (Alchapar et al., 2012). .....	24
---------------------------------------------------------------------------------	----

## RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo analizar la reflectividad y emisividad utilizando prototipos de techos fríos y verdes en la ciudad de Jaén, Cajamarca 2022; es una investigación aplicada, explicativa, no experimental y transversal, teniendo un enfoque mixto (cualitativa y cuantitativa), el muestreo se realizó por conveniencia dos prototipos de techos fríos con cobertura F01 (panel termoacústico TK5) y F02 (teja andina) utilizando pintura blanca impermeable réflex aislante térmico y dos prototipos de techos verdes extensivos V01(plantas suculentas) y V02 (plantas rastreras-cuna de niño); se obtuvo como resultados un aumento de índice de reflectividad solar( SRI) con respecto a los prototipos patrones de 31.76 % y 31.12% para los prototipos de techos fríos F01 y F02 tendiendo una disminución de temperatura interior promedio de 1.72 °C y 1.48 °C respectivamente y para los prototipos de techos verdes V01 y V02 un SRI de 34.06% y 37.39% disminuyendo la temperatura interior promedio de 1.81 °C y 2.00 °C, siendo los más favorables en la disminución de temperatura. Llegando a la conclusión que la reducción de temperatura interior se debe a que los prototipos de techos fríos y verdes tienen un alto índice reflectividad solar (SRI) y los valores de la emisividad en cuanto más se aproximen a 1.

**PALABRAS CLAVES:** : reflectividad, emisividad, techos verdes, techos fríos

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En los últimos años, a nivel mundial se ha notado un amplio crecimiento poblacional, reduciendo las áreas verdes, por lo tanto el aumento del calentamiento global es más perceptible, debido a esto una gran parte de la población optan por utilizar aparatos de aire acondicionado ante las altas temperaturas, generando un máximo consumo de energía eléctrica y a la vez mayores gastos económicos, en algunos países del mundo se ha visto conveniente aplicar una técnica para la disminución de temperaturas en lugares cálidos con la utilización de techos verdes o techos fríos, mejorando el confort térmico en los ambientes interiores de las habitaciones de cada vivienda contribuyendo así a la calidad de vida de los pobladores, además que brinda un aporte positivo al medio ambiente y una mejor perspectiva. Las ciudades enfrentan problemas de sobrecalentamiento y como consecuencia el deterioro de confort térmico, la calidad del aire y problemas de contaminación, ya que la vegetación en el paisaje urbano se ha reducido en gran medida debido al incontrolado aumento de construcciones como resultado de la expansión urbana (Maldonado, 2009) es por ello que en las últimas décadas, el espacio dejado a la vegetación en el paisaje urbano se ha reducido, permitiendo la incontrolada creciente de carreteras y edificios, trayendo esto empeoramiento de la calidad del aire y aumento de la temperatura media urbana (Feliz, 2016).

El problema del enfriamiento de los edificios en los climas cálidos es muy importante, ya que puede suponer un consumo energético y unas emisiones superiores a los producidos por la calefacción. En las últimas décadas el consumo para la refrigeración se ha disparado, sobre todo en las ciudades europeas. Hay que tener en cuenta que los sistemas de

aire acondicionado usan energía eléctrica, lo que crea importantes problemas en el suministro energético, además de traducirse en un aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, de los contaminantes como dióxidos de sulfuros, monóxido de carbono, los NOx y de las partículas volátiles producidas por las plantas de generación (Tumini, 2007).

En la actualidad, los problemas del consumo de energía en edificaciones en zonas cálidas es alto, sin embargo existen métodos pasivos que se pueden utilizar en las viviendas y así disminuir este consumo, como son: la utilización de componentes nuevos para los techos de viviendas y edificios tales como: recubrimientos de pinturas claras, utilización de aislamientos térmicos como es espuma de poliuretano, la utilización de arcilla o cementos especiales para evitar la excesiva radiación que emite el sol sobre los techos de las casas, entre otros y por otra parte, la ubicación específica de viviendas y edificios para conseguir la mínima radiación incidente en los techos de las casas (Ruiz, 2013). Otra de las soluciones a este problema son los techos verdes que ofrecen un conjunto de beneficios, uno de los más sobresalientes es su rendimiento energético, es un método de sombreado que ayuda a que la radiación no incida directamente en él, esto en combinación con la evapotranspiración de la vegetación y el sustrato ayuda a bajar la temperatura del ambiente y del interior de la edificación, y por sus beneficios ambientales podrían utilizarse ampliamente como herramienta en la planificación urbana y tener un papel significativo en el desarrollo urbano sostenible (Ávila, 2019).

Según Feliz (2016), en Alemania en la década de los sesenta se inició la utilización de techos verdes, posteriormente se difundió a lo largo de toda Europa, algunos de ellos son: Suiza, Holanda, Hungría, Suecia e Inglaterra, los cuales tienen asociaciones para fomentar la instalación de azoteas verdes. En la ciudad de Linz, Austria, se otorgan incentivos a los

constructores para que instalen azoteas verdes en las nuevas edificaciones. Francia cuenta con una enorme azotea verde de 8.000 metros cuadrados aproximadamente, la cual fue instalada en el museo L'Historial de la Vendée inaugurado en junio de 2006 en Les Lucs-sur-Boulogne. (Sánchez, 2012).

En el continente americano, se inició con el uso de techos verdes en Estados Unidos, en donde se han realizado múltiples estudios acerca de la capacidad de estos sistemas de mitigar las fluctuaciones térmicas en las edificaciones, y reducir su consumo energético. (Cortés, 2019), en estos momentos se siguen desarrollando nuevos implementos, con tal de conseguir mejor eficiencia en el empleo de esta tecnología. A nivel de Estados Unidos y Latinoamérica ya se cuenta con normas, recomendaciones y leyes de incentivación de esta tecnología, contando los mismos también con numerosas empresas que se afianzan en las instalaciones de techos verdes. (Feliz, 2016).

Los techos verdes son una herramienta ecológica, que ayudan a disminuir el calentamiento de las azoteas en las casas habitación, edificios, y contribuye a generar confort al interior de estas. Esto propicia la reducción de uso de sistemas de climatización artificial y por consecuente el consumo de energía, entre muchos otros beneficios. La reducción de calor que genera un techo verde, se debe a su capa de sustrato que funciona como un colchón, que protege la losa de los intensos rayos solares ocasionando una pérdida de calor latente durante los meses fríos. (Cortés, 2019).

Según González et al. (2019), existen dos parámetros importantes que se miden a la hora de garantizar la eficiencia de un techo frío: Reflexión solar: Es una medida de la fracción de energía solar que es reflectada por cualquier superficie. Esta medida es cuantificada por medio del Índice de Reflexión Solar, que toma como parámetros la reflexión

solar de una superficie de color negro que es cero y la de una de color blanco que es 100. Como se sabe que una superficie negra puede absorber una temperatura de aproximadamente 50 grados Celsius, cuando está expuesta al sol, y una superficie blanca, alrededor de 8.1 grados, se hace una interpolación, conociendo la temperatura del material que se quiere analizar para obtener el Índice de reflexión solar (SRI). Emisión térmica: Es la capacidad de un material de enviar el calor producido por el sol, de vuelta a la atmosfera. Un techo fabricado en un material con alta emisión térmica puede absorber y emitir el calor a la atmosfera más rápidamente que uno con una emisión térmica baja. En cambio (Jimenes, 2020), sostuvo que los techos con materiales reflejantes se diseñan para incrementar la reflexión de luz solar y absorber menos calor que un techo estándar. Esta clase de techos se encuentran recubiertos por un tipo especial de pintura, cubierta de lámina o tejas altamente reflectantes casi cualquier tipo de edificio puede beneficiarse de un techo reflejante, pero se debe tener en consideración el clima y otros factores antes de su instalación. La capa o revestimiento reflectante sobre el techo generalmente es de color blanco, ya que cuando los colores se vuelven más oscuros, la reflectancia disminuye y la temperatura superficial tiende a aumentar. Este tratamiento se usa para el enfriamiento pasivo y funciona bien bajo climas cálidos, áridos y tropicales logrando una reducción de flujo de calor de hasta un 33 %.

Según Mendez (2020), con base a las condiciones ambientales descritas y los beneficios que aporta un techo verde, sostuvo que disminuye el nivel de ruido a nivel interno y externo, contribuye a mejorar la calidad del aire, mejora las condiciones de temperatura, genera bienestar colectivo entre otros mientras que Vanesa (2020) en su investigación sostiene que la finalidad de techos verdes y fríos ayudan en el aumento de cobertura vegetal en el espacio urbano, disminuyen la presencia de materiales de construcción que por sus propiedades físicas contribuyen al aumento de temperaturas.

En su investigación Synnefa et al. (2007), llevaron a cabo un estudio computacional para evaluar el impacto de los techos fríos en las cargas energéticas y las condiciones de confort térmico interior en edificios residenciales para diversas condiciones climáticas. Se encontró que un aumento en la reflectancia solar del techo de 0,65 como resultado de la aplicación de un techo frío reduce las cargas de enfriamiento entre 8 y 48 kWh/m<sup>2</sup>, las horas de incomodidad en un 9-100% y la temperatura máxima en un 1,2-3,7 °C dependiendo de las condiciones climáticas.

En su investigación Santamouris (2012), considera un aumento global del albedo de la ciudad, obteniendo una disminución media de temperatura ambiente promedio cercana a 0,3 K por 0,1 de aumento del albedo, mientras que la disminución promedio correspondiente de la temperatura ambiente máxima es cercana a 0,9 K. Cuando solo considera techos frescos, el análisis de los datos existentes muestra que la tasa de depresión esperada de la temperatura ambiente urbana promedio varía entre 0,1 y 0,33 K por cada 0,1 de aumento del albedo de los techos con un valor medio cercano a 0,2 K. En lo que respecta a los techos verdes, los estudios de simulación existentes muestran que cuando se aplican a escala de ciudad, pueden reducir la temperatura ambiente promedio entre 0,3 y 3 K.

Según Žuvela et al. (2018), en sus resultados muestran que un aumento moderado en la reflectividad de los techos (hasta 0,45) reduce las temperaturas medias de verano en el entorno densamente edificado en aproximadamente 0,25 °C. La aplicación de materiales de alta reflectividad (albedo del techo de hasta 0,7) conduce a un enfriamiento promedio en áreas densamente construidas de aproximadamente 0,5 °C. Los techos verdes producen una reducción de la carga de calor en un orden de magnitud similar al de los materiales de alta reflectividad.

En su investigación Imran et al. (2018) mencionan la efectividad de los techos verdes y frescos como posibles estrategias de mitigación de la Isla de Calor Urbano (UHI, por sus siglas en inglés). En sus resultados muestran que el UHI máximo de la superficie del techo se reduce durante el día de 1 °C a 3,8 °C al aumentar las fracciones de techo verde del 30 % al 90 %, y de 2,2 °C a 5,2 °C al aumentar el albedo de los techos fríos de 0,50 a 0,85. Los techos fríos son más eficientes que los techos verdes en la reducción del UHI con diferencias máximas de hasta 1,4°C.

En su investigación Samah et al. (2020), han simulado techos frescos y verdes como técnicas de enfriamiento pasivo. Los parámetros más importantes considerados para este estudio son la reflectancia solar y el índice de área foliar (LAI), respectivamente. Dependiendo del techo fresco o verde, el valor máximo de la temperatura solar se reduce en un 35°C o 20°C respectivamente. En el mejor de los casos, el factor máximo de ganancia de calor solar es inferior al 30 % para techos fríos frente al 14 % para techos verdes. La nivelación de la carga térmica disminuye a medida que la reflectancia solar o el LAI aumenta. Es más claro que, una mayor reflectancia solar o un gran valor de LAI reduce no solo la calefacción en el edificio sino también en su entorno.

En su investigación Alchapar et al. (2012), estudia la capacidad de 80 revestimientos para fachadas disponibles regionalmente para mitigar los efectos negativos de la Isla de Calor Urbana, mediante la determinación del Índice de Reflectancia Solar (SRI). Como resultado obtuvo que el material que posee el comportamiento más eficiente es el Acrílico Rulato Travertino fino marfil (SRI=100%, Temp. Sup.= 35 °C), mientras el más ineficiente es el Acrílico Llameado fino gris plomo (SRI = 29%, Temp. Sup.= 74 °C).

Valbuena (2012), en su investigación obtuvo una atenuación térmica de la temperatura promedio del ambiente de  $0,52^{\circ}\text{C}$  en la zona con techo verde en comparación con la que no tenía techo verde, pero en algunas horas obtuvo una disminución de  $0,94^{\circ}\text{C}$ . Con respecto a la temperatura superficial del techo de la zona con y sin techo verde hubo una diferencia. Se encontró una atenuación de temperatura superficial promedio  $5,82^{\circ}\text{C}$  en el techo verde y en algunas horas del  $12,29^{\circ}\text{C}$ .

En su artículo Alchapar & Correa (2015) titulado “Reflectancia solar de las envolventes opacas de la ciudad y su efecto sobre las temperaturas urbanas”. Los resultados revelaron que, aunque el color es una variable determinante del desempeño térmico superficial de un material su comportamiento puede ser mejorado o empobrecido por el efecto de otras características como: terminación, composición y envejecimiento. A igualdad de color, estas características pueden modificar la temperatura superficial de un material entre  $20$  y  $29^{\circ}\text{C}$ . A escala urbana, los resultados muestran que la selección adecuada de materiales de la envolvente urbana podría disminuir hasta  $3^{\circ}\text{C}$  la temperatura del aire y  $12^{\circ}\text{C}$  la temperatura de las superficies.

En su investigación realizado en Yucatán - México, Ordóñez & Pérez (2015), compararon el desempeño térmico de los sistemas de techo verde y techo blanco en un edificio construido con el sistema de vigueta pretensada de concreto y bovedilla (VB). Los resultados obtenidos muestran que el desempeño de los techos blancos se ve seriamente afectado por la degradación de su albedo. Observó que los techos verdes tienen una mejor capacidad para reducir las fluctuaciones temporales de temperatura y para favorecer las condiciones de confort térmico hacia el interior del edificio en comparación con los techos blancos.

Feliz (2016), en su estudio de factibilidad de la implantación de techos verdes en un clima tropical como el de la República Dominicana considera que techo verde es un complemento ideal para una edificación. El mismo, aparte de embellecer el tope de cualquier organismo arquitectónico, es la respuesta a los inconvenientes básicos que se entremezclan, impidiendo que el ser humano pueda desempeñarse de una manera ideal dentro de la edificación. La producción de energías renovables, el ahorro en el consumo energético, la absorción de gases nocivos que atentan contra la salud del ser humano, así como al mismo planeta, la retención del agua lluvia que, en ciertas épocas lluviosas pueden saturar los sistemas alcantarillados, entre otros factores, quedan cubiertos por medio a la implementación de una manera notable de techos verdes, sostiene que al tomar temperaturas en un día las temperaturas máximas se obtienen a las 12:00 p.m., 1:00 p.m. y 2:00 p.m. donde la diferencia de temperaturas de los techos sin cubierta vegetal y con cubierta vegetal son de 2.03°C, 2.54°C y 2.86 °C respectivamente.

Ávila (2019), en su estudio compara el comportamiento de las viviendas considerando techo tradicional que comprende una losa de concreto recubierta de impermeabilizante contra un sistema de techo verde compuesto por una capa de anti raíz. Los resultados obtenidos indican que la implementación del techo verde en las edificaciones reduce la temperatura en promedio anual 1.6 y 2.3 °C para la vivienda de referencia y particular respectivamente, siendo mayor la reducción en los meses cálidos.

Porras & Contreras (2020) en su investigación analizaron el comportamiento térmico en campo de las láminas de hierro galvanizado con zinc antes y después de aplicarles un revestimiento frío. Los resultados muestran que la lámina a la que se le aplicó el revestimiento tiene una temperatura promedio 0.85 °C más baja. Esta diferencia es estadísticamente significativa ( $p = 0.037$ ) y es independiente de la hora del día y del estado

de nubosidad del cielo. No obstante, es un diferencial de temperatura menor al que encontraron los estudios previos.

En su investigación López (2020), construyó e instrumentó seis módulos experimentales en las instalaciones de CICESE con diferentes coberturas de techo: concreto sin recubrimientos, impermeabilizante reflectivo, sustrato seco, sustrato húmedo, Sedum acre y Salicornia pacífica. Los resultados de las superficies cubiertas de sustrato y vegetación reducen hasta en 12.07 °C la temperatura de la superficie interna de la losa y en 9.3 °C la  $T_{(int)}$  respecto al techo de concreto sin recubrimientos, funcionando como eficientes reguladores térmicos al proveer un efecto aislante al techo. Debido a que sedum acre no logró sobrevivir el periodo experimental, y por el contrario salicornia pacifica completó su ciclo de vida, bajo las duras condiciones ambientales que se presentan en el techo, se recomienda emplear especies nativas para minimizar el mantenimiento del techo verde, maximizar su desempeño térmico y adicionalmente proporcionar servicios ecosistémicos.

En su investigación Alvarado & Jara (2020). Los resultados determinaron que existen similitudes en los prototipos A1, A2 y B1, B2 respecto a sus características y funciones de cada capa, sustrato y vegetación. Concluyendo que los prototipos A y B, durante su construcción y tiempo de vida tienen un apropiado comportamiento funcional en cada estrato que lo compone, similares porcentajes de agua filtrada y agua retenida y que los techos verdes extensivos de origen natural (prototipos B) son un 26.23 % más económicos que los convencionales (prototipos A) por m<sup>2</sup>.

En su investigación Chavez (2020) realizó el análisis de prototipos a escala real donde ensayó los distintos resultados al proponer diferentes materiales con los que se construyen los techos verdes, buscando minimizar los gastos, pero optimizando la

impermeabilidad y el sistema de drenaje y analizando muy profundamente de qué manera los sustratos y las semillas de gras, o la técnica del sembrado, o la especie, eran las más pertinentes para el funcionamiento y resistencia del techo verde, también analizó detalladamente el peso para poder estimar los pesos por metro cuadrado de superficie.

En su investigación Inga (2018) evaluó una alternativa diferente para poder reducir el consumo de energía eléctrica, y poder cuantificar el ahorro energético y económico, proveniente de los aparatos eléctricos que existen dentro del colegio. Se encontró una atenuación térmica de la temperatura promedio del ambiente de 1.26°C en la zona con techo verde en comparación con la que no tenía techo verde. Con respecto a la temperatura superficial de la azotea, la máxima temperatura alcanzada sobre la superficie de la azotea fue de 51°C.

En la presente investigación se presenta las definiciones conceptuales, que sustentan las variables de estudio.

**Techos verdes:** Se puede identificar como una estructura plana o vertical sobre la cual se encuentra una superficie cubierta de material vegetal, en esta se combinan varios factores como la estructura o el bien a tratar, el tipo de vegetación, la técnica de mantenimiento así mismo de desarrollo y la variación meteorológica y ambiental que se pueda presentar (Nieto, 2011).

Existen diferentes sistemas de naturación en cubiertas; sin embargo, los más comunes se pueden clasificar en tres tipos:

**Intensivos:** Se consideran como jardines convencionales; son accesibles y tienen sustratos espesos que alojan una variedad de plantas, desde comestibles y arbustos, hasta árboles (Agencia de Protección Ambiental del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires,

2009). Los techos intensivos requieren que la capa del sustrato sea mayor de 30 cm., lo que aumenta el peso del sistema. Además, el costo de instalación y el mantenimiento son elevados ya que se requiere riego, fertilización y poda constante. Se procura que este tipo de sistema se realice en construcciones nuevas, ya que es necesario un cálculo estructural detallado debido a que el peso del sistema es superior a los 250 kg/m<sup>2</sup>, hasta los 400 Kg/m<sup>2</sup> (Lopez, 2010).

**Semi- intensivos:** Se consideran intermedios, debido a que el espesor del sustrato oscila entre los 12 y 30 cm., lo que disminuye la selección de especies vegetales en comparación con el sistema intensivo, aunque brinda más posibilidades que el sistema extensivo. Requieren mantenimiento regular. El peso aproximado del sistema es entre 120 y 250 kg/m<sup>2</sup> (Garcia, 2010).

**Extensivos:** Estos sistemas son de bajo mantenimiento y generalmente se instalan en lugares inaccesibles. A menudo se plantan en ellas especies con poco requerimiento de humedad, con solo 5 a 15 cm. de sustrato y suelen subsistir con agua de lluvia. La vegetación es de bajo porte, usando generalmente especies endémicas o adaptadas a las condiciones ambientales, por ello su mantenimiento es mínimo. El peso aproximado del sistema oscila entre 60 y 140 kg/m<sup>2</sup> (Garcia, 2010).

**Beneficios de la implementación de los techos verdes:** el autor Espitia (2019) sostiene los siguientes beneficios: Ayudan a la purificación del aire y reduce la presencia de gases contaminantes; funcionan como aislamiento térmico, mejorando notablemente la temperatura interior del edificio; sirven como protección contra la radiación solar; ayudan a prevenir inundaciones al retener el agua de las lluvias; son una barrera contra la contaminación acústica propia de las ciudades modernas; reducen la pérdida de calor y el

consumo de energía en invierno; protegen la membrana del techo o azotea, ayudando a extender considerablemente la vida útil de la misma; fomentan la biodiversidad en los ambientes urbanos, al constituir pequeños ecosistemas donde cohabitan plantas, animales (abejas, aves, etc.) y seres humanos, además sirven para la restauración o reciclaje de edificios antiguos.

González (2012) define a los techos fríos, como cubiertas diseñadas para reflejar la radiación solar hacia el exterior y evitando la transmisión de calor al interior del edificio, para ello suelen emplear colores claros con el fin de aumentar la reflectancia solar gracias a su alto efecto albedo (la capacidad de un cuerpo para reflejar la luz). Cada 100 m<sup>2</sup> de techos fríos compensa 10 toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub>, mientras que Porras & Contreras (2020) definen a los techos fríos o cool roofs como cubiertas que, incluso bajo radiación solar directa, se mantienen a temperaturas superficiales más bajas que las cubiertas convencionales al minimizar la absorción solar y maximizar la emisión térmica. Un techo frío es altamente efectivo reflejando la radiación solar incidente y emitiendo energía térmica en longitudes de onda infrarrojas. El calor del sol se devuelve a la atmósfera en lugar de ser absorbido y transferido al edificio. Qué tan frío estará el techo, dependerá de su reflectancia solar, emisión térmica y la velocidad del viento.

### **Recubrimientos Reflectivos**

Es una emulsión de alta calidad elaborado en base a resinas acrílicas elastoméricas con altas propiedades de elasticidad, pigmentos colorantes orgánicos y otros materiales y aditivos químicos que le proporcionan excelentes propiedades impermeables para protección en la construcción y alta durabilidad a la intemperie (Ruiz, 2013).

## Índice de Reflectividad Solar (SRI)

La reflectancia y la emitancia en un único término que representa la temperatura de una superficial horizontal, o de baja pendiente ( $< 9.5^\circ$ ), de una material opaco expuesto al sol. Permitiendo una comparación directa entre superficies con diferentes propiedades ópticas (albedo y emisividad). Se calcula utilizando ecuaciones basadas en datos previamente definidos y medidos de reflectancia y emitancia solar, y se expresa como un valor (0,0 a 1,0) o como porcentaje (0% a 100%) (Alchapar et al., 2012).

El SRI cuantifica el calor que acumularía un material en relación a una superficie patrón blanca y una negra, bajo condiciones ambientales estándar. Se define como patrón negro a un material con una reflectancia de 0.05 y una emitancia 0.90, cuyo valor es igual a 0; y el patrón blanco equivale a 1 (o 100%), con una reflectancia 0.80 y una emitancia 0,90 (Alchapar et al., 2012).

$$\text{SRI} = 100 (\text{Tb} - \text{Ts}) / (\text{Tb} - \text{Tw})$$

*Ecuación 1.* Índice de reflectividad solar (Alchapar et al., 2012).

Donde:

Ts= temp. superficial en estado estacionario. K;

Tb= temperatura superficial patrón negro. K; y

Tw = temperatura superficial patrón blanco. K.

### Tabla 1

*Índice de Reflectividad Solar de superficies patrones*

PATRONES	E	Ts(°C)	SRI(%)
NEGRO (Tb)	0.90	88	0
BLANCO (Tw)	0.90	37	100

Fuente: (Alchapar et al., 2012).

**La emisividad** de una superficie representa la razón entre la radiación emitida por la superficie a una temperatura dada y la radiación emitida por un cuerpo negro a la misma temperatura. La emisividad de una superficie se denota por  $\epsilon$  y varía entre 0 y 1,  $0 \leq \epsilon \leq 1$ . La emisividad es una medida de cuán cerca se aproxima una superficie a un cuerpo negro, para el cual  $\epsilon = 1$ . La emisividad de una superficie real no es constante. Más bien, varía con la temperatura de la superficie, así como con la longitud de onda y la dirección de la radiación emitida. Por lo tanto, se pueden definir diferentes emisividades para una superficie dependiendo de los efectos considerados. La emisividad más elemental de una superficie a una temperatura dada es la emisividad direccional espectral, la cual se define como la razón entre la intensidad de la radiación emitida por la superficie a una longitud de onda específica, en una dirección específica, y la intensidad de la radiación emitida por un cuerpo negro a la misma temperatura, a la misma longitud de onda. (Cengel & Ghajar, 2011).

**Tabla 2**

*Valores de emisividad de materiales comunes.*

<b>Material</b>	<b>Emisividad</b>
Ladrillo, común	0.85
Hormigón	0.94
Cinta aislante, plástico negro	0.95
Esmalte	0.9
Esmalte (mate)	0.97
agua	0.98
acero galvanizado	0.28
cemento	0.96
telas	0.9
cerámica	0.90-0.94
plástico	0.85-0.90
madera	0.9
concreto	0.88
pintura negra	0.98
blanca acrílica	0.9
blanca oxido de zinc	0.83
teja para techo (rojo brillante)	
superficie seca	0.85
superficie mojada	0.91
suelo	0.93-0.96

Fuente: (Cengel & Ghajar, 2011)

**Tabla 3**

*Valores de emisividad de materiales.*

<b>Material</b>	<b>Emisividad</b>
Suelos	0.90-0.98
Seco arenoso	0.84-0.91
Vegetación	0.90-0.99
Césped	0.90-0.95
Caducifolias sin hojas	0.97
Caducifolias con hojas	0.98
Coníferas	0.97-0.98
Bosque pantanoso	0.97-0.99
Agua	0.92-0.97
Asfalto	0.95
Hormigón	0.71-0.90
Ladrillo	0.90-0.92
Piedra	0.85-0.95
Pintura blanca	0.85-0.95
Pintura roja, verde, café	0.85-0.95
Pintura negra	0.90-0.98

Fuente: (Ochoa, 1999, citado por Rosas & García, 2013)

Los techos reflectivos o fríos tienen alta reflectancia solar y alta emisividad térmica. La primera propiedad determina la capacidad de un material de reflejar la radiación solar incidente para mantener su superficie más fría con respecto a los materiales de construcción convencionales durante el día. La emisividad térmica permite que los materiales irradien el calor almacenado en la estructura, sobre todo durante la noche. Este comportamiento térmico hace que los techos reduzcan la transferencia térmica al entorno construido. Los techos caracterizados por bajos valores de emisividad tienden a no disipar durante la noche el calor almacenado y solo se pueden considerar frescos si tienen muy alto (Zinzi & Agnoli , 2012)

Esta investigación es importante porque se podrá ver cómo influye los prototipos de techos fríos y verdes en la reflectividad y emisividad, con estos se busca reducir la temperatura ambiente interior en cada uno de los prototipos, llegando así plantear nuevas alternativas de solución para brindar un mejor confort térmico a la población así como la disminución de la energía eléctrica debido a la utilización de acondicionadores de aire ya que en gran parte del año las temperaturas son elevadas debido a su ubicación geográfica,

con estas propuestas se podrá elegir cuál de las dos son más favorables en la disminución de temperatura. Los resultados obtenidos de la presente investigación podrán utilizarse para posteriores investigaciones y servirá a ingenieros, empresas y demás instituciones que se dedican al rubro de diseño de edificaciones para mejorar el confort térmico y otros beneficios que tiene la implementación de estos techos.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cómo influye el uso de prototipos de techos fríos y verdes en la reflectividad y emisividad, realizados en la ciudad de Jaén, Cajamarca?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Analizar la reflectividad y emisividad utilizando prototipos de techos fríos y verdes en la ciudad de Jaén, Cajamarca 2022.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- ✓ Construir 02 prototipos de techos fríos y 02 de techos verdes.
- ✓ Analizar la influencia de la reflectividad y emisividad en la variación de temperatura superficial al utilizar prototipos de techos fríos en la ciudad de Jaén.
- ✓ Analizar la influencia de la reflectividad y emisividad en la variación de temperatura superficial al utilizar prototipos de techos verdes en la ciudad de Jaén.
- ✓ Verificar la disminución de la temperatura interior con la utilización de los prototipos de techos fríos en la ciudad de Jaén.
- ✓ Verificar la disminución de la temperatura interior con la utilización de los prototipos de techos verdes en la ciudad de Jaén.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis general**

La reflectividad y emisividad al utilizar prototipos de techos fríos y verdes en la ciudad de Jaén influye en la disminución de temperatura interior y superficial.

### **1.4.2. Hipótesis específicas**

- ✓ Se construye 02 prototipos de techos fríos y 02 prototipos de techos verdes.
- ✓ La reflectividad y emisividad influye en la variación de temperatura superficial al utilizar techos fríos en la ciudad de Jaén.
- ✓ La reflectividad y emisividad influye en la variación de temperatura superficial al utilizar techos verdes en la ciudad de Jaén.
- ✓ La temperatura interior disminuye en un rango de 1°C a 3°C con la utilización de los prototipos de techos fríos en la ciudad de Jaén.
- ✓ La temperatura interior disminuye en un rango de 1°C a 3°C con la utilización de los prototipos de techos verdes en la ciudad de Jaén.

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

Esta investigación según su propósito es de tipo aplicada porque se desarrolla en un ámbito específico con la finalidad de mejorar el confort térmico en el interior de las viviendas de la ciudad de Jaén, según OECD (2018) consiste en trabajos originales realizados para adquirir nuevos conocimientos, pero está dirigida fundamentalmente hacia un objetivo práctico específico. Además, implica la consideración de todo el conocimiento existente y su profundización, en un intento de solucionar problemas específicos.

Según su profundidad es de alcance explicativo, en el que está dirigido a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Se enfoca en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta (Hernandez et al, 2014), de esta manera se muestra en esta investigación, que mediante la información antes expuesta se sustenta la problemática de las temperaturas elevadas que se presentan en la ciudad de Jaén en mayoría de los meses de cada año, en la cual se busca la solución con la elaboración de los prototipos de techos fríos y verdes detallando los materiales y el proceso constructivo de los prototipos, teniendo como finalidad reducir la temperatura ambiental interior, mejorando así el confort térmico y la calidad de vida de la población.

Esta investigación tiene un enfoque mixto (cualitativa y cuantitativa), según Hernández et al. (2014) la investigación cualitativa es obtener datos (que se convertirán en información) de personas, seres vivos, comunidades, situaciones o procesos en profundidad, con la finalidad de analizarlos y comprenderlos, y así responder a las preguntas de investigación y generar conocimiento, se puede evidenciar en las fichas técnicas que detalla las características de los prototipos de techos fríos y verdes en cuanto dimensiones, tipo de material, color y emisividad, en cuanto a la investigación cuantitativa Ñaupas et al. (2018) sustenta que se caracteriza por utilizar métodos y técnicas cuantitativas y tiene que ver con

la medición, el uso de magnitudes, la observación y medición de las unidades de análisis, el muestreo y el tratamiento estadístico, donde en la presente investigación se evidencia en la recolección de datos de temperatura superficial, interior y exterior en cada prototipo mediante un termómetro digital infrarrojo y posterior realizar el tratamiento de datos mediante tablas y gráficos.

La presente investigación es no experimental porque no hay manipulación de variables, mediante la cual se recolectan datos de los prototipos de techos fríos y prototipos de techos verdes, según Hernández et al. (2014) esta investigación se realiza sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos, estando más cerca de las variables formuladas hipotéticamente como “reales” y, en consecuencia, tener mayor validez externa. Además, se tiene un diseño transversal porque se recolectan datos en un tiempo determinado.

Para esta investigación la población se seleccionó los tipos de cobertura considerando las precipitaciones que se presentan en la ciudad de Jaén, para el caso de los techos fríos, y para los techos verdes la resistencia a las altas temperaturas que están expuestas las plantas, la disponibilidad y accesibilidad de los materiales para su elaboración, según estas consideraciones por conveniencia del investigador se construyó 02 prototipos de techos fríos adicionando pintura blanca impermeable y 02 techos verdes extensivos elaborado con materiales convencionales, haciendo un total de cuatro prototipos. La muestra se determinó igual al número de la población debido a que se analizará al 100% de la cantidad de prototipos de techos fríos y techos verdes.

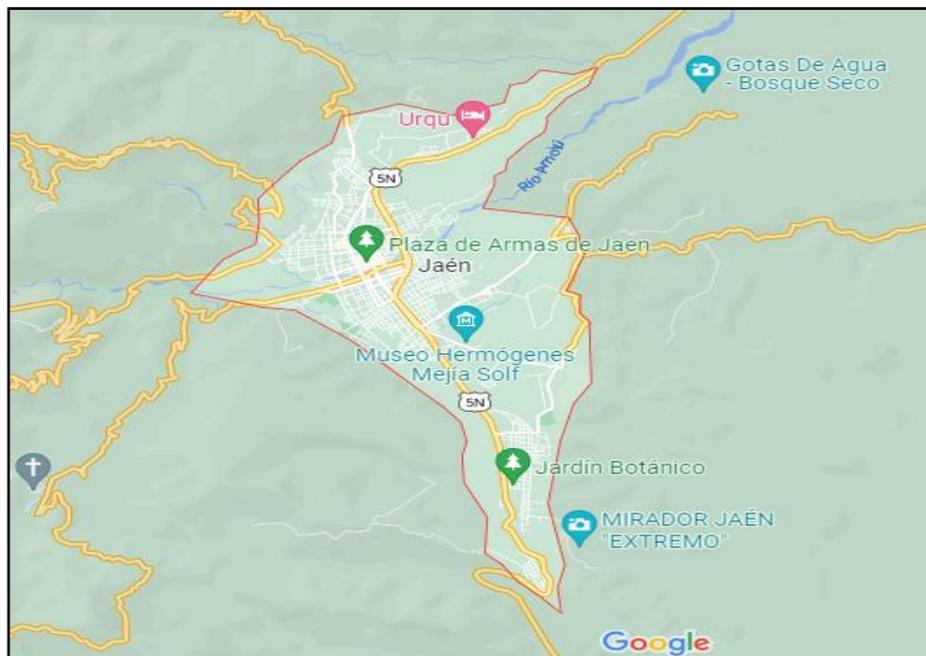
## Unidad de estudio

Se tiene dos prototipos de techos fríos F01 y F02 panel termoacústico TK5 y teja andina y dos prototipos de techos verdes V01 y V02 con plantas suculentas y rastreras- cuna de niño.

## Ubicación del proyecto

### Figura 1

*Mapa de la ciudad de Jaén, Cajamarca*



*Fuente: Google, 2022*

El proyecto se realizó en la calle Cruz de Chalpón N° 418, Urbanización Morro Solar Bajo del distrito y provincia de Jaén, región Cajamarca, en la propiedad de Señora Debora Jacqueline Delgado Vargas.

**Tabla 4**

*Coordenadas UTM del lugar el proyecto.*

COORDENADAS UTM-DATUM WGS 84-ZONA 17 S		
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)
P-01	743429.662	9367901.616
P-02	743438.304	9367906.648
P-03	743450.211	9367887.030
P-04	743441.235	9367881.739

Las coordenadas indicadas en esta presente tabla son los puntos de intersección que forman el polígono donde se realizó el proyecto.

## Diseño de prototipos

**Tabla 5**

*Materiales para la construcción de prototipo de Techo Frio (F01).*

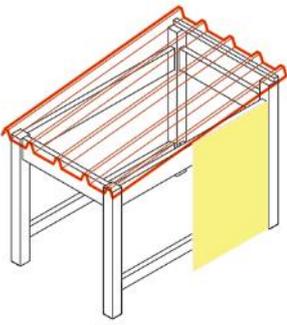
Descripción	Dimensiones			Características		TECHO FRÍO (F01)
	Elementos constructivos	Área	Altura	Color	Material	
Soportes de madera de 2"X2"	Ancho (m)	Largo (m)	Altura (m)	Natural	Madera	
Triplay	Largo (m)	Altura (m)	Espesor (mm)	Natural	Fibras de madera enchapada	
	0.55	0.90	0.55			
	0.80	0.60	4.00			
	0.45	0.60	4.00			
Cobertura: panel termoaústico TK5	Largo (m)	Ancho (m)	Espesor (mm)	Rojo	PVC	
	1.00	0.60	1.50	La pintura impermeable se va aplicar en la cobertura del prototipo		
	Pintura Impermeable	Capas 3 capas	Color Blanco			

Tabla N° 5. Presenta las características de los materiales que se utilizó en la construcción del prototipo de Techo Frio (F01).

**Tabla 6**

*Materiales para la construcción de prototipo de Techo Frío (F02).*

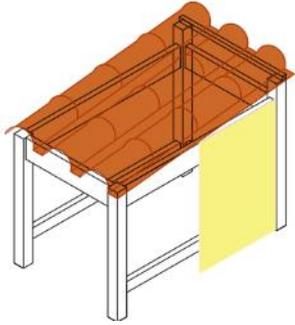
Descripción	Dimensiones			Características		TECHO FRÍO (F02)
	Área		Altura (m)	Color	Material	
<b>Elementos Constructivos</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Largo (m)</b>				
<b>Soportes de madera de 2"X2"</b>	0.55	0.90	0.55	Natural	Madera	
<b>Triplay</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Espesor (mm)</b>	Natural	Fibras de madera enchapada	
	0.80	0.60	4.00			
	0.45	0.60	4.00			
<b>Cobertura: Teja andina</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Espesor (mm)</b>	naranja	fibrocemento	
	1.00	0.60	1.50			
	<b>Pintura Impermeable</b>	<b>Capas</b>	<b>Color</b>	La pintura impermeable se va aplicar en la cobertura del prototipo		
		3 capas	Blanco			

Tabla N° 6. Presenta las características de los materiales que se utilizó en la construcción prototipo (F02).

**Tabla 7**

*Materiales para la construcción de prototipo de Techos Verdes (V01 y V02).*

Descripción	Dimensiones			Características		TECHOS VERDES (V01 y V02)	
	Área		Altura (m)	Color	Material		
<b>Elementos constructivos</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Largo (m)</b>					
<b>Soportes de madera de 2"X2"</b>	0.55	0.90	0.55	Natural	Madera		
<b>Triplay</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Espesor (mm)</b>	Natural	Fibras de madera enchapada		
	0.80	0.60	4.00				
	0.45	0.60	4.00				
<b>Capas de techo verde</b>	<b>Capas</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Espesor (mm)</b>			<b>Capas de techo verde</b>
	Geomembrana	1.15	0.75	1.50	Negro		Hdpe
	<b>Geotextil</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Gramaje (gr)</b>	Negro		Polipropileno
		0.95	0.55	200.00			
	<b>Piedra chancada 1/2"</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Espesor (m)</b>		Mixto		Natural
		0.01	0.02				
	<b>Sustrato</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>Espesor (m)</b>		Natural	Madera	
		Aserrín	0.01	0.01	Oscuro	Natural	
		Tierra orgánica	0.04	0.07			
	<b>Vegetación</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Color</b>	<b>Origen</b>		
		Sedum	Suculentas, rastreras	Verdoso	Natural		

Tabla N° 7. Presenta las características de los materiales que se utilizó en la construcción del prototipo de Techos verdes (V01 y V02).

## Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En las **técnicas de recolección de datos** se realizó en dos fases: recolección de materiales para la elaboración de prototipos y la toma de datos en campo de manera efectiva en los prototipos patrón, techos fríos y techos verdes en la ciudad de Jaén.

**Recolección de materiales:** Se realizó la búsqueda de información con respecto a los materiales a usar para la elaboración de cada prototipo, teniendo en cuenta la disponibilidad y accesibilidad de cada material.

**Toma de datos en campo:** Una vez elaborado los prototipos y dejando un tiempo determinado para el crecimiento de las plantas en el caso de los techos verdes y el tiempo de secado de la pintura blanca impermeabilizante réflex aislante térmico en los techos fríos, se procedió la toma de temperatura con el instrumento de medición (pirómetro infrarrojo), en un periodo determinado registrándose estos datos en los instrumentos de recolección de datos.

**Los instrumentos de recolección de datos**, son los siguientes:

- ✓ Ficha técnica de prototipo de techo frío F01.
- ✓ Ficha técnica de prototipo de techo frío F02.
- ✓ Ficha técnica de prototipo de techo verde V01.
- ✓ Ficha técnica de prototipo de techo verde V02.
- ✓ Ficha técnica de registro de temperatura ambiente interior.
- ✓ Ficha técnica de registro de temperatura exterior.
- ✓ Ficha técnica de registro de temperatura superficial.

## Procedimiento

### El procedimiento de recolección de datos

Se realizó el contrato para la elaboración de los soportes para techos fríos y techos verdes, en la calle Garcilazo de la Vega N° 1074, de la ciudad de Jaén.

Para el caso de techos verdes se obtuvieron de la siguiente manera:

- 1) Los materiales para la elaboración de techos verdes, de dos maneras una con algunos materiales de la zona como es la piedra chancada de ½” que se realizó la compra en “Grupo Josecito”, ubicado en la Av. Mesones Muro N° 699 Jaén-Cajamarca.
- 2) La tierra para el sustrato se extrajo de la urbanización Las palmeras con coordenadas (744689.52E, 9368880.63N), a una distancia aproximadamente de 1.64 km partiendo desde el lugar donde se va realizar el proyecto, las plantas suculentas se realizó la compra en el vivero ANGEL VIP, ubicado en la calle los ángeles N° 299, urbanización las Palmeras de la ciudad de Jaén, Cajamarca.

### Figura 2

*Extracción del suelo orgánico para la capa del sustrato*



*Figura 02.* Se realizó la extracción del suelo orgánico para la construcción de la capa del sustrato de techos verdes (V01 y V02).

3) Por otro lado, se obtuvo el material de otras ciudades como Cajamarca y Lima, la geomembrana se realizó la compra en la ciudad de Cajamarca, el geotextil se realizó en la ciudad de Lima.

Para los techos fríos de obtuvieron los materiales de la siguiente manera:

4) Los materiales para la elaboración de techos fríos se obtuvieron en dos diferentes lugares, en la misma ciudad de Jaén, como es al caso del panel Termoacústico TK5 y teja andina correspondientes para los prototipos F01 y F02 respectivamente,

5) Para el caso de la pintura blanca auto reflectante se realizó la compra en la ciudad de Lima.

Además, se necesita de materiales complementarios como son: triplay, soldimix, discos para cortar el triplay, pintura blanca para las paredes, brocha, clavos de 3/4" para fijar el triplay, y herramientas manuales como son: martillo, cierra, cuchilla, regla, wincha.

### **Técnicas e instrumentos de análisis de datos**

**Técnica de análisis de datos:** Con los datos obtenidos en las fichas técnicas de registro de temperatura interior, exterior y superficial para cada uno de los prototipos en el que se tuvo en cuenta el valor de la emisividad de la ficha técnica de cada prototipo según corresponde, se procedió a calcular la reflectividad con la *ecuación 1* y la diferencia de temperatura interior en cada uno de los prototipos de techos fríos (F01 y F02) y techos verdes (V01 y V02), en comparación de los prototipos patrones.

**En los instrumentos de análisis de datos** se realizó el procesamiento de datos en Excel, AutoCAD mediante imágenes, tablas y gráficos analizando los datos de cada uno de los prototipos de techos fríos (F01 y F02) y techos verdes (V01, V02) comparándose con los resultados de los prototipos patrones.

## El procedimiento de análisis de datos

### Construcción de prototipos

Para la construcción de los dos prototipos de techos verdes se describen lo siguiente:

- 1) Se construyó el soporte de madera romerillo en forma de una mesa con dimensiones de 0.90mx0.60m y una altura de 0.60 m.
- 2) La base para el soporte de las capas de los techos verdes es de melamine con espesor de 1” con dimensiones de 1mx 0.60 m x 0.10 m, con una pendiente de 2%.

### Figura 3

*Soportes y bandeja de madera para de prototipos techos verdes (V01 y V02)*



*Figura 3.* Se muestra los soportes de madera para los prototipos techos verdes (V01 y V02).

- 3) Se colocó la primera capa, la membrana impermeable (geomembrana e=1 mm, en toda la base de las capas de soporte para las capas y el perímetro de 0.10 m de altura. Uno de los principales factores, a la hora de realizar un proyecto de techos verdes, es la humedad. Si bien las plantas y la tierra pueden absorber el agua, es fundamental que el sistema de los techos verdes pueda mantenerse seco y apartado de la humedad. La Geomembrana le

proporciona una barrera perdurable al techo, que hace que este sea más viable. Además, es fundamental que la geomembrana este bien colocada para prevenir fugas en el futuro, ya que son muy complicadas de arreglar (Bliss, 2007)

#### Figura 4

*Colocación de la geomembrana para V01 y V02*



*Figura 4.* Se detalla la colocación de la capa impermeabilizante con geomembrana en los prototipos V01 y V02, además se realiza los orificios de 3/8” de diámetro para la evacuación de las aguas infiltrada.

4) Se realizó la colocación de la capa de drenaje en este caso es la piedra chancada de 1/2" con un espesor de 2.00 cm. Se instalan de manera continua sobre la capa de impermeabilización y bajo el área vegetalizada y se pueden extender a las áreas perimetrales de material de filtro. Es importante que en su instalación no se obstruya el drenaje del agua lluvia (Duarte, 2014).

## Figura 5

### Colocación de la piedra chancada de 1/2"



Figura 5. Se muestra la colocación de piedra chancada de 1/2", para el drenaje de las aguas infiltradas de las capas superiores para los prototipos V01 y V02.

- 5) Como paso siguiente se colocó la capa de geotextil con dimensiones de 1mx 0.60m no tejido de 200mr/cm<sup>2</sup> que sirve como filtración para evitar que se mezcle el sustrato con la capa de drenaje y así evitar futuras saturaciones, además que evita que las raíces de la vegetación no se profundicen y sature la capa de drenaje. Un geotextil puede ser usado para resguardar la membrana en el proceso de instalación. Esta capa consiste en un no tejido de polipropileno (Salas, 2017)

## Figura 6

### Colocación de geotextil



Figura 6. Se muestra la colocación de geotextil no tejido de 200gr para protección de la capa de drenaje para los prototipos V01 y V02.

6) Se realizó la colocación del sustrato, dividido en dos partes 1 cm de aserrín sobre esa capa se colocará la tierra orgánica con un espesor de 7 cm, sumando un total de 8.00 cm de capa de sustrato. Los sistemas de cubrición vegetal analizados en este estudio son de tipo extensivo, con un sustrato vegetal de 3-15 cm que permite la plantación de especies alpinas como el sedum, y diferentes combinaciones de hierbas y arbustos seleccionados principalmente en función del clima, tipo de sustrato, los requisitos de mantenimiento de la cubierta, las épocas de floración y la altura de la vegetación deseada (Saiz, 2015)

### Figura 7

#### *Colocación del aserrín*



*Figura 7.* Colocación de aserrín sobre la capa de geotextil con espesor de 1.00 cm, que forma parte de la capa del sustrato para los prototipos V01 y V02.

### Figura 8

#### *Colocación de la tierra orgánica*



*Figura 8.* Colocación de la tierra orgánica sobre la capa de geotextil con espesor de 1.00 cm, que forma parte de la capa del sustrato para los prototipos V01 y V02.

7) Por último, se realizó la plantación de las plantas suculentas, previamente se humedece la tierra, posterior se realizó orificios acordes al diámetro y profundidad de las raíces de la planta para el caso de prototipo (V01) a una distancia de 10.00 cm entre cada planta y para el prototipo (V02) se realizó la siembra de plantas rastreras o cubresuelos con una distancia de 15 cm entre cada planta. Se refiere al uso de plantas de tipo comunes y fáciles de conseguir, esta naturación deberá contar con un espesor entre 3 hasta 15 cm, a este tipo de vegetación no es necesario suministrarle nutrientes ni gran cantidad de agua, por lo que debe tener buena capacidad de retención (Guadalupe, 2012)

8)

### Figura 9

*Siembra de las plantas sedum-suculentas en el prototipo V01*



*Figura 9.* Se realizó la siembra de las plantas suculentas en el prototipo V01.

### Figura 10

*Siembra de las plantas rastreras en el prototipo V02*



*Figura 10.* Se realizó la siembra de las plantas rastreras en el prototipo V02.

Para la construcción de los dos prototipos de techos fríos se describen lo siguiente:

- 1) Se construyó el soporte de madera romerillo en forma de una mesa con dimensiones de 0.90mx0.60m y una altura de 0.60 m; con una pendiente de 10%.

### Figura 11

*Soportes de prototipos para techos fríos (F01 y F02)*



*Figura 11.* Se construyó los soportes de madera para los prototipos de los techos fríos (F01 y F02).

- 2) Se realizó la colocación de cobertura panel termoacústico color rojo TK5 sobre los soportes de madera, con una dimensión de 1mx0.60m para el prototipo (F01) y para el prototipo (F02) el tipo de cobertura es de teja andina con una dimensión de una 0.72 x 1.14m.

**Figura 12**

*Cobertura termoacústica TK5 en prototipo F01*



*Figura 12.* Se realiza la fijación de la cobertura de panel termoacústico TK5 en el prototipo F01.

### Figura 13

#### *Cobertura Teja andina en prototipo F02*



*Figura 13.* Se realiza la fijación de la cobertura de teja andina en el prototipo F02.

3) Se adiciona una capa de pintura blanca auto reflectante en la cobertura de los prototipos F01 y F02, se colocará una primera capa, luego se dejará secar durante un periodo de 4 – 5 horas para aplicar una segunda capa, este procedimiento se realiza de acuerdo a la ficha técnica que indica el producto, facilitando una mejor funcionalidad y duración.

**Figura 14**

*Aplicación de la pintura Réflex aislante térmico en panel termoacústico TK5.*



**Figura 15**

*Aplicación de la pintura Réflex aislante térmico en teja andina.*



Para la toma de temperatura en cada uno de los prototipos de techos fríos (F01, F02) y verdes (V01, V02), se tuvo que realizar la delimitación de temperaturas máximas diarias y mensuales según reporte del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), obteniendo como resultado realizar la medición en los meses de octubre y noviembre, y durante el día en las horas de 12:00 m, 1: 00 pm, 2:00 pm, donde registra las más altas temperaturas, en la ciudad de Jaén.

**Tabla 8**

*Datos históricos de temperaturas máximas mensual del 2004 al 2013*

TEMPERATURAS MAXIMAS EN LA CIUDAD DE JAEN DESDE EL AÑO 2004 HASTA EL AÑO 2013												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
AÑO	TEMPERATURA °C											
<b>2004</b>	24.80	24.00	22.80	28.80	22.20	20.40	21.80	22.60	23.40	24.40	26.20	25.40
<b>2005</b>	26.40	23.00	23.20	23.40	23.40	21.60	22.80	23.40	24.80	24.20	26.20	25.00
<b>2006</b>	23.40	22.40	21.60	23.00	22.20	21.80	21.80	23.00	24.80	25.20	23.80	23.40
<b>2007</b>	23.20	24.40	23.20	23.40	23.20	21.00	22.80	23.60	23.20	25.60	24.40	29.60
<b>2008</b>	22.80	24.80	24.20	22.80	22.20	21.60	21.80	25.80	24.80	24.80	25.40	24.40
<b>2009</b>	22.00	22.00	22.80	22.60	23.40	21.60	23.00	24.00	24.20	25.80	27.00	24.80
<b>2010</b>	23.80	26.20	25.20	24.40	23.40	22.60	23.40	25.00	26.80	27.00	26.20	26.20
<b>2011</b>	23.40	24.20	24.80	22.40	23.20	22.60	22.80	24.20	24.80	26.40	26.40	25.60
<b>2012</b>	22.00	22.40	22.20	23.40	22.40	22.60	22.40	23.20	24.40	25.80	26.00	24.80
<b>2013</b>	24.00	23.00	24.00	23.20	23.80	21.60	22.40	23.60	24.60	24.80	26.80	24.80
<b>PROMEDIO</b>	23.58	23.64	23.40	23.74	22.94	21.74	22.50	23.84	24.58	25.40	25.84	25.40

*Fuente: SENAMHI / DRD*

Se presenta la temperatura máxima mensual durante los años 2004 al 2013, Según la estación LA CASCARILLA ubicada en el departamento de Cajamarca, provincia y distrito de Jaén, con una latitud de 5°40'18.3", Longitud de 78°53'51.6" y una Altitud: 1991 msnm.

**Tabla 9**

*Datos históricos de temperatura diaria en el mes de octubre.*

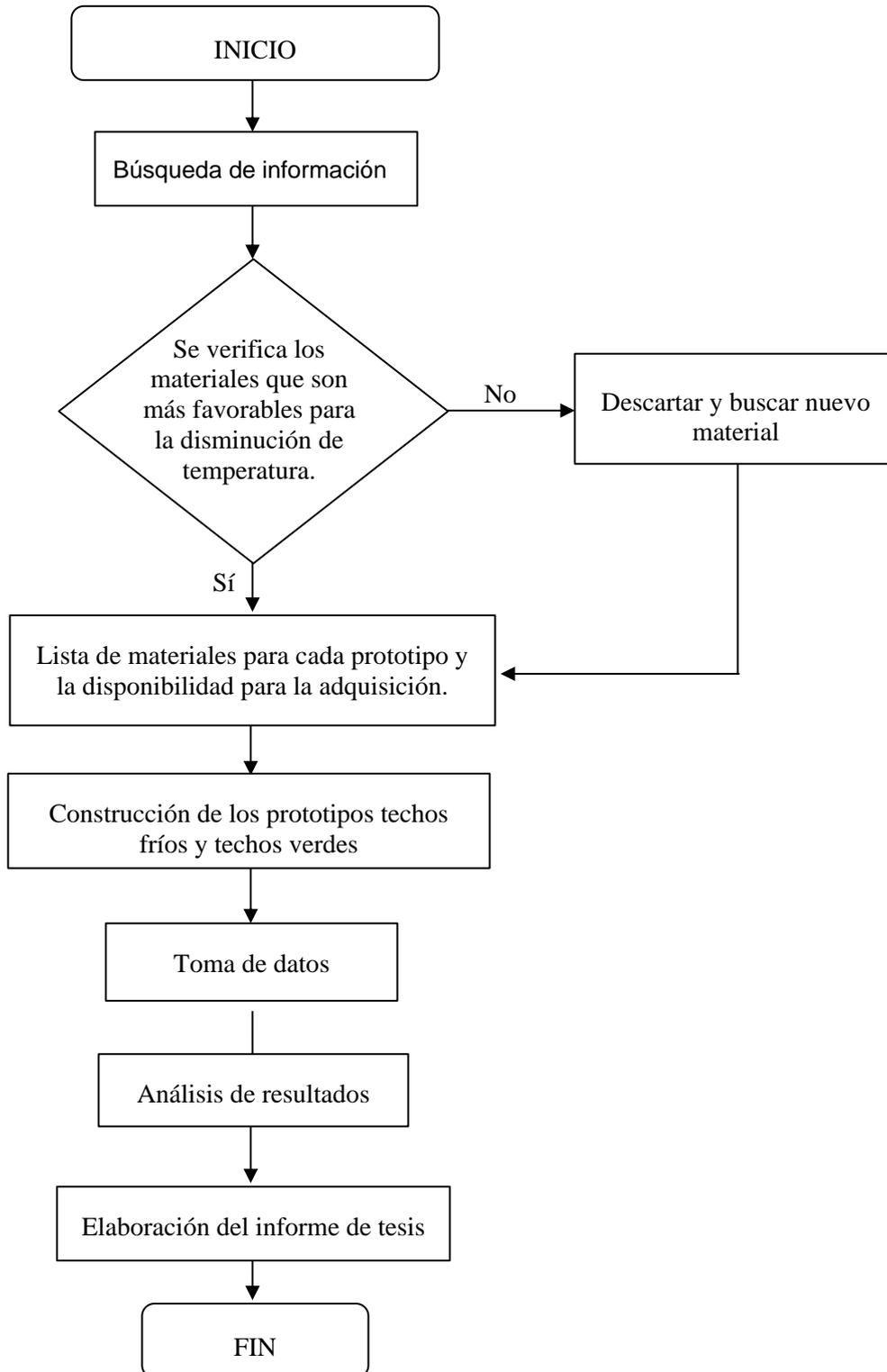
HORA	TEMPERATURA POR HORA										PROMEDIO T (°C)
	Oct-22										
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	
0:00	19.80	21.90	23.10	23.30	24.10	26.30	25.20	21.90	22.30	23.90	23.18
1:00	19.70	22.00	23.00	23.20	24.30	24.40	24.90	21.80	22.10	23.40	22.88
2:00	19.60	21.90	23.00	22.30	23.70	22.40	24.80	21.70	21.10	22.30	22.28
3:00	19.70	21.70	22.40	21.80	23.00	22.30	24.20	21.50	20.40	21.80	21.88
4:00	19.60	20.90	22.40	21.70	22.40	21.90	23.40	21.20	20.00	21.00	21.45
5:00	19.50	21.00	22.30	21.40	22.00	22.00	23.20	20.60	19.80	20.70	21.25
6:00	19.20	20.60	21.60	21.70	21.50	22.20	23.00	20.20	19.10	20.70	20.98
7:00	20.00	20.80	21.40	22.00	21.70	22.40	23.00	21.20	19.20	21.10	21.28
8:00	22.90	23.60	22.90	23.80	24.50	24.20	21.70	23.90	23.10	22.30	23.29
9:00	24.30	25.80	24.80	26.70	27.80	25.30	21.90	26.10	26.30	26.60	25.56
10:00	26.40	27.80	27.00	29.10	29.80	27.20	22.60	26.70	28.10	28.70	27.34
11:00	27.40	29.00	28.40	30.70	31.30	28.20	24.20	26.30	29.30	30.10	28.49
12:00	28.20	29.80	29.40	31.80	32.20	30.10	25.70	27.70	30.60	31.20	29.67
13:00	29.30	30.20	30.90	33.20	33.00	31.40	26.40	29.20	30.60	31.90	30.61
14:00	30.00	30.50	31.50	33.60	34.10	33.20	25.80	29.80	31.60	31.80	31.19
15:00	30.00	29.80	30.60	32.80	33.80	33.40	24.70	30.20	31.70	33.10	31.01
16:00	29.50	28.30	30.90	32.40	33.50	32.60	25.60	30.70	31.10	30.80	30.54
17:00	28.30	27.80	29.60	32.20	32.20	30.70	24.50	28.10	29.60	30.70	29.37
18:00	27.40	27.10	28.30	30.70	30.00	29.00	23.30	26.60	27.70	29.50	27.96
19:00	24.10	25.20	26.20	28.20	27.90	27.60	22.90	25.40	26.50	26.30	26.03
20:00	21.70	24.10	25.50	26.90	26.70	26.60	22.60	24.40	25.90	25.40	24.98
21:00	21.60	23.90	24.90	26.00	26.50	25.80	22.20	23.90	25.50	25.40	24.57
22:00	21.60	23.20	24.20	25.50	26.50	-	22.10	23.50	24.90	24.50	24.00
23:00	22.00	23.10	23.50	24.50	26.20	25.70	21.90	23.40	24.20	23.70	23.82

Fuente: SENAMHI / DRD

Se presenta la temperatura máxima durante el día en las horas 12:00 hasta las 3:00 pm, Según dato en el mes de octubre del 2022 en la estación JAEN ubicada en el departamento de Cajamarca, provincia y distrito de Jaén, con una latitud de 5°40'35.99", Longitud de 78°46'27.05" y una Altitud: 618 msnm.

**Figura 16**

*Diagrama de flujo del proceso de elaboración de tesis*



*Figura 16.* Indica las etapas de la elaboración del proyecto de investigación

## Aspectos éticos

Se ha tenido en cuenta las citas de las fuentes que han sido consultadas y consideradas en esta investigación es decir respetando los derechos de autor de acuerdo a la norma APA séptima edición. Los resultados se realizaron con el debido cuidado y precisión sin alterar los datos reales buscando mejorar la calidad de vida de la población, incentivando a la utilización de las nuevas tecnologías que contribuyen al cuidado del medio ambiente.

### CAPÍTULO III: RESULTADOS

En el capítulo de resultados se presenta los datos registrados en los prototipos (patrones, techos fríos y techos verdes), en la cual se tiene los valores establecidos de la emisividad de cada material que se ingresan en el pirómetro previo a la toma de temperatura diaria superficial, cabe indicar que se realiza tres tomas en cada hora por cada una de las temperaturas superficiales, interiores y exteriores para obtener una mayor exactitud al momento de la obtención de nuestros resultados.

En los prototipos patrones (cobertura de panel termoacústico y teja andina), se tiene los siguientes valores de emisividad.

**Tabla 10**  
*Valores de emisividad para los prototipos patrón*

<b>Prototipos patrón</b>	
<b>Material</b>	<b>Emisividad</b>
Panel termoacústico TK5	0.9
Teja andina	0.85

Valores de emisividad de los prototipos patrón: 01 (panel termoacústico TK5) y 02 (teja andina).

**Tabla 11**

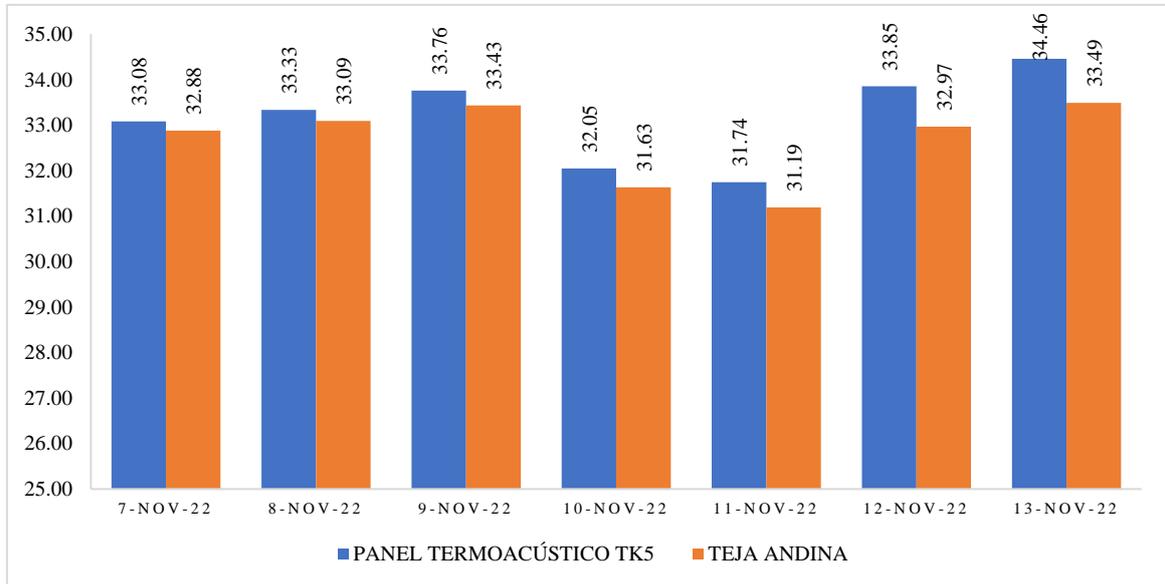
*Temperatura ambiente Interior y exterior de prototipos patrón*

<b>PROTOTIPOS PATRÓN</b>						
<b>Día</b>	<b>PANEL TERMOACÚSTICO TK5</b>			<b>TEJA ANDINA</b>		
	<b>A=Interior</b>	<b>B=Exterior</b>	<b>C=B-A</b>	<b>A=Interior</b>	<b>B=Exterior</b>	<b>C=B-A</b>
				<b>Temperatura °C</b>		
				<b>Hora</b>		
				<b>12:00 m.</b>		
<b>07-Nov-22</b>	32.97	34.17	1.20	32.83	34.33	1.50
<b>08-Nov-22</b>	33.27	34.43	1.16	32.97	34.13	1.16
<b>09-Nov-22</b>	32.77	33.60	0.83	32.37	34.27	1.90
<b>10-Nov-22</b>	31.87	33.10	1.23	31.43	32.93	1.50
<b>11-Nov-22</b>	31.90	32.53	0.63	31.03	32.03	1.00
<b>12-Nov-22</b>	32.73	34.17	1.44	32.13	33.43	1.30
<b>13-Nov-22</b>	33.63	34.37	0.74	32.53	33.53	1.00
				<b>Hora</b>		
				<b>01:00 p. m.</b>		
<b>07-Nov-22</b>	33.77	34.53	0.76	33.40	34.20	0.80
<b>08-Nov-22</b>	33.93	35.40	1.47	33.97	34.93	0.96
<b>09-Nov-22</b>	34.23	34.70	0.47	33.70	35.17	1.47
<b>10-Nov-22</b>	33.47	34.53	1.06	32.57	34.27	1.70
<b>11-Nov-22</b>	31.53	31.97	0.44	31.17	32.50	1.33
<b>12-Nov-22</b>	34.60	34.80	0.20	33.37	34.63	1.26
<b>13-Nov-22</b>	34.97	35.57	0.60	34.03	34.70	0.67
				<b>Hora</b>		
				<b>02:00 p. m.</b>		
<b>07-Nov-22</b>	32.50	34.03	1.53	32.40	33.67	1.27
<b>08-Nov-22</b>	32.80	33.90	1.10	32.33	33.53	1.20
<b>09-Nov-22</b>	34.27	35.77	1.50	34.23	35.47	1.24
<b>10-Nov-22</b>	30.80	31.20	0.40	30.90	31.57	0.67
<b>11-Nov-22</b>	31.80	32.43	0.63	31.37	33.13	1.76
<b>12-Nov-22</b>	34.23	35.00	0.77	33.40	35.27	1.87
<b>13-Nov-22</b>	34.77	35.73	0.96	33.90	35.13	1.23

Se presenta los valores de temperatura interior, exterior y la variación de temperatura que existen entre estas temperaturas registrados en las horas 12:00 m, 1:00 p.m. y 2:00 p.m. para el prototipo de cobertura de panel termoacústico TK5 Y la teja andina respectivamente.

**Figura 17**

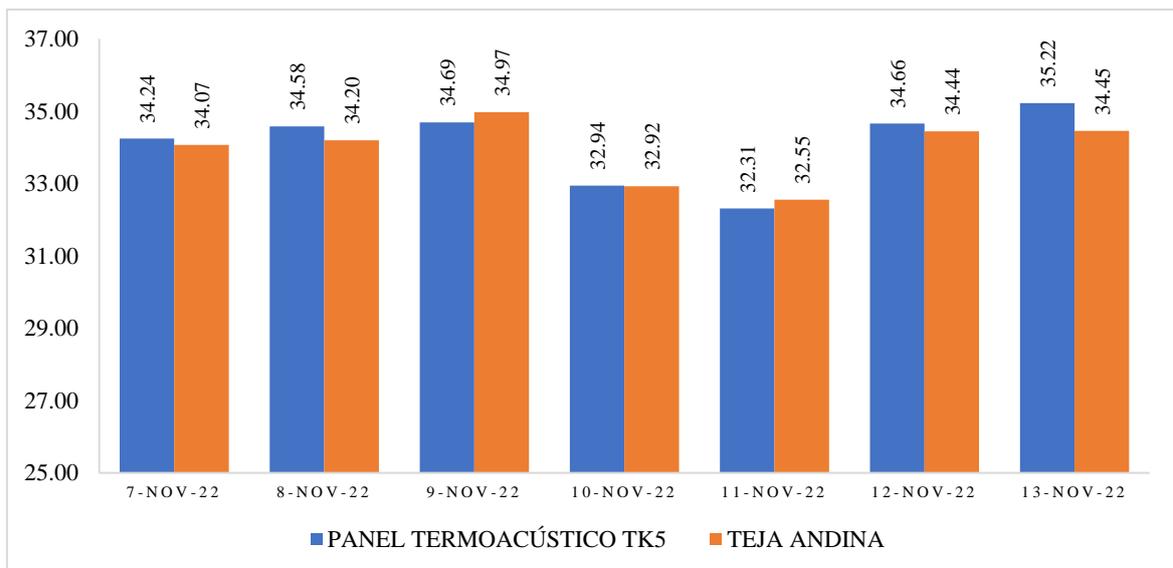
*Temperatura interior diaria de los prototipos patrón.*



Temperaturas promedio interior diarias registradas en las horas 12:00 m, 1:00 p.m. y 2:00 p.m. del prototipo patrón panel termoacústico TK5 y teja andina.

**Figura 18**

*Temperatura exterior diaria de los prototipos patrón.*



Temperaturas promedio exterior diarias registradas durante las horas 12:00 m, 1:00 p.m. y 2:00 p.m. del prototipo patrón panel termoacústico TK5 y teja andina.

## Prototipos de techos fríos

En los techos fríos F01 (panel termoacústico TK5) y F02 (teja andina), se obtiene los datos de la temperatura superficial, temperatura ambiente interior y temperatura exterior, por un periodo de siete (07) días en las horas de 12:00 m, 1:00 p.m. y 2:00 p.m.

**Tabla 12**

*Emisividad para los prototipos techos fríos.*

Prototipos techos fríos	
Material	Emisividad
Pintura blanca	0.9

Se muestra el valor de la emisividad de la pintura blanca impermeabilizante tanto para el prototipo de F01 y F02.

**Figura 19**

*Prototipo de Techo Frío F01- Panel termoacústico TK5*



**Figura 20**

*Prototipo de Techo Frío F02 - Teja andina*



**Tabla 13**

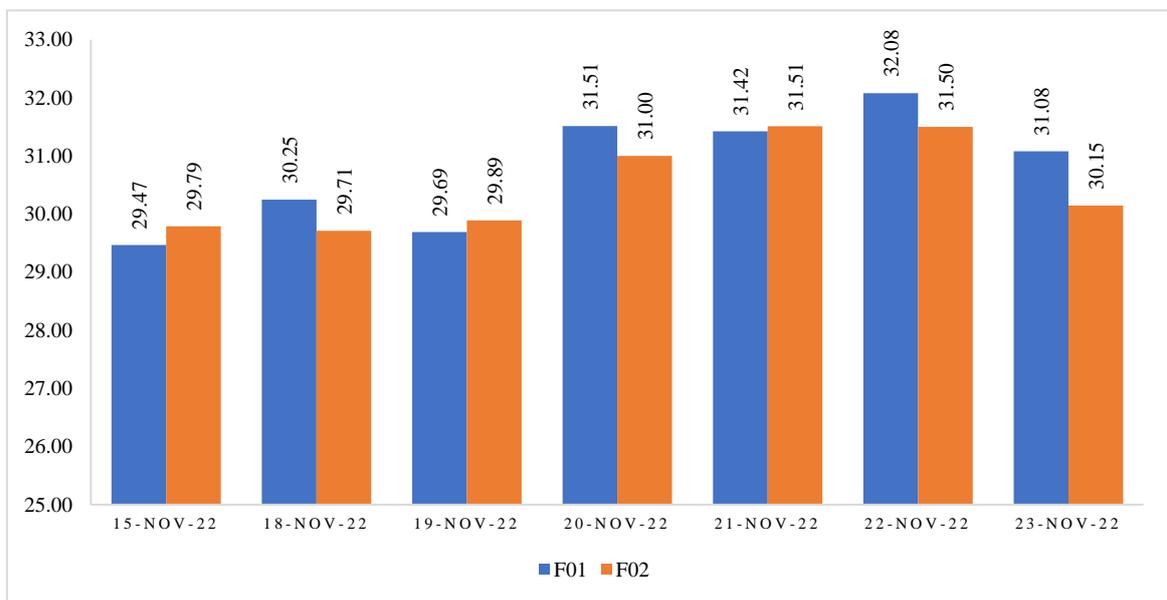
*Temperatura ambiente Interior y exterior de prototipos de techos fríos F01(panel termoacústico TK5) y F02(teja andina).*

PROTOTIPOS TECHOS FRÍOS						
Dia	F01			F02		
	A=Interior	B=Exterior	C=B-A	A=Interior	B=Exterior	C=B-A
		<b>Hora</b>		<b>12:00 m.</b>		
15-Nov-22	29.57	33.57	4.00	29.97	33.27	3.30
18-Nov-22	30.07	33.70	3.63	29.17	32.33	3.16
19-Nov-22	30.63	32.80	2.17	30.07	32.30	2.23
20-Nov-22	30.87	33.33	2.46	30.27	32.73	2.46
21-Nov-22	31.37	34.07	2.70	30.97	33.73	2.76
22-Nov-22	31.80	34.17	2.37	31.57	34.20	2.63
23-Nov-22	29.70	34.33	4.63	28.90	33.67	4.77
		<b>Hora</b>		<b>01:00 p. m.</b>		
15-Nov-22	29.00	29.40	0.40	29.27	30.07	0.80
18-Nov-22	30.60	34.17	3.57	29.87	33.80	3.93
19-Nov-22	29.37	30.30	0.93	30.07	32.00	1.93
20-Nov-22	31.60	34.37	2.77	31.50	34.50	3.00
21-Nov-22	31.87	33.10	1.23	32.53	34.50	1.97
22-Nov-22	32.47	35.50	3.03	31.43	35.00	3.57
23-Nov-22	30.97	34.57	3.60	30.37	34.23	3.86
		<b>Hora</b>		<b>02:00 p. m.</b>		
15-Nov-22	29.83	31.33	1.50	30.13	30.57	0.44
18-Nov-22	30.07	34.27	4.20	30.10	34.10	4.00
19-Nov-22	29.07	30.50	1.43	29.53	30.30	0.77
20-Nov-22	32.07	34.93	2.86	31.23	34.13	2.90
21-Nov-22	31.03	32.63	1.60	31.03	32.23	1.20
22-Nov-22	31.97	34.53	2.56	31.50	34.80	3.30
23-Nov-22	32.57	36.17	3.60	31.17	35.87	4.70

Se evidencia la diferencia de temperatura exterior con la interior de los prototipos de techos fríos F01(panel termoacústico TK5) y F02(teja andina) a partir del promedio las temperaturas máximas registradas diarias por un periodo de 7 días del prototipo patrón (panel termoacústico TK5).

**Figura 21**

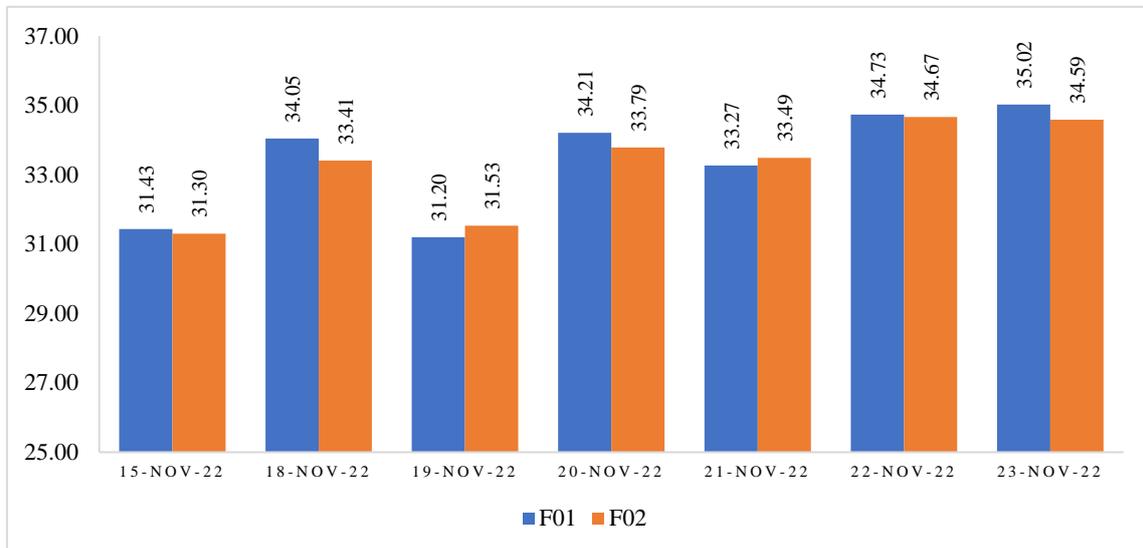
*Temperatura interior diaria de los prototipos de techos fríos.*



Temperaturas interior diarias promedio de las horas 12:00 m, 1:00 p.m. y 2:00 p.m. registradas con el pirómetro de los prototipos de techos fríos F01(panel termoacústico TK5) y F02 (teja andina).

**Figura 22**

*Temperatura exterior diaria de los prototipos de techos fríos.*



Temperaturas exterior diarias promedio de las horas 12:00 m, 1:00 p.m y 2:00 p.m. registradas con el pirómetro de los prototipos de techos fríos F01 y F02 panel termoacústico TK5 y teja andina.

### **Prototipos de techos verdes**

En los techos verdes (V01 y V02), realizada la plantación de las plantas suculentas y cuna de niño respectivamente, transcurrió un periodo de un (01) mes, para la toma de temperatura interior de cada prototipo, temperatura exterior y temperatura superficial de la vegetación, por un periodo de siete (07) días.

**Figura 23**

*Prototipo de techo verde V01-plantas suculentas*



Se tiene la cubierta vegetal de prototipo V01, con plantas suculentas con un periodo de un (01) mes desde su plantación.

**Figura 24**

*Prototipo de techo verde V02- plantas rastreras o cuna de niño*



*Figura 15.* Se tiene la cubierta vegetal de prototipo V02, con plantas cuna de niño con un periodo de un (01) mes desde su plantación.

Para esta investigación se ha considerado una emisividad del sustrato y la cobertura vegetal, donde el sustrato se tiene una emisividad de 0.96 correspondiente al prototipo V01 y para la cobertura vegetal es de 0.98 para el prototipo de V02, se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 14**

*Emisividad para los prototipos techos verdes.*

<b>Prototipos techos verdes</b>	
<b>Material</b>	<b>Emisividad</b>
Suelo	0.96
Plantas sedum	0.98

Se tiene los datos de temperatura interior, exterior y superficial registrada en los dos prototipos de techos verdes V01 (plantas suculentas) y V02 (plantas rastreras o cuna de niño), por un periodo de (07) siete días.

**Tabla 15**

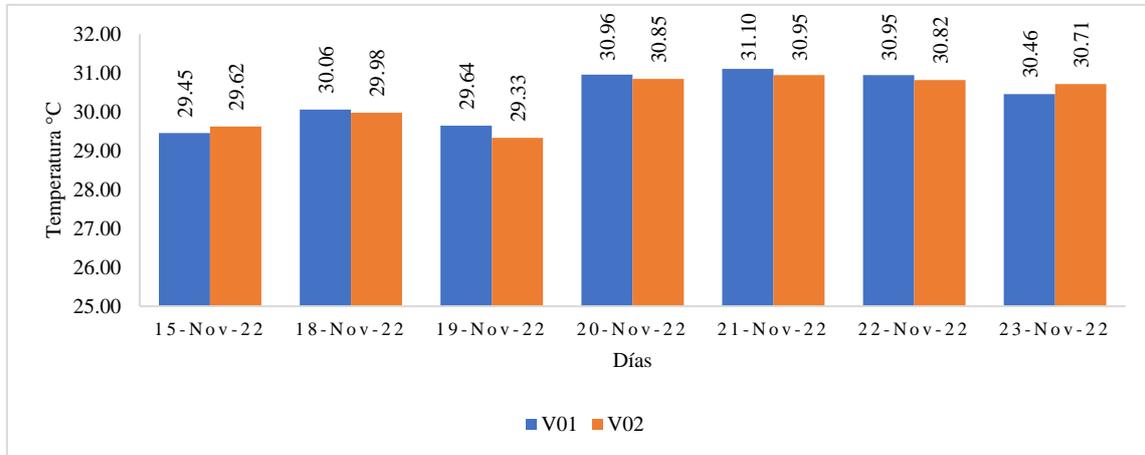
*Temperatura ambiente Interior y exterior de prototipos de techos verdes V01(plantas suculentas) y V02 (plantas rastreras o cuna de niño).*

PROTOTIPOS TECHOS VERDES						
Dia	V01			V02		
	A=Interior	B=Exterior	C=B-A	A=Interior	B=Exterior	C=B-A
		<b>Hora</b>		<b>Temperatura °C</b>		
				<b>12:00 m.</b>		
15-Nov-22	29.70	31.40	1.70	29.63	32.00	2.37
18-Nov-22	29.27	31.87	2.60	29.93	33.63	3.70
19-Nov-22	30.03	32.70	2.67	29.57	31.53	1.96
20-Nov-22	30.67	33.10	2.43	30.60	33.63	3.03
21-Nov-22	31.07	33.73	2.66	31.00	33.87	2.87
22-Nov-22	30.57	34.10	3.53	30.80	34.80	4.00
23-Nov-22	30.27	33.80	3.53	29.97	34.23	4.26
		<b>Hora</b>		<b>01:00 p. m.</b>		
15-Nov-22	29.13	30.27	1.14	29.07	29.60	0.53
18-Nov-22	30.17	33.87	3.70	30.43	34.00	3.57
19-Nov-22	29.77	31.40	1.63	29.23	30.67	1.44
20-Nov-22	31.10	33.33	2.23	31.07	33.37	2.30
21-Nov-22	32.07	34.93	2.86	30.97	33.90	2.93
22-Nov-22	30.70	35.50	4.80	31.53	36.47	4.94
23-Nov-22	29.97	34.33	4.36	30.20	34.67	4.47
		<b>Hora</b>		<b>02:00 p. m.</b>		
15-Nov-22	29.53	31.53	2.00	30.17	32.10	1.93
18-Nov-22	30.73	34.33	3.60	29.57	33.17	3.60
19-Nov-22	29.13	31.00	1.87	29.20	30.80	1.60
20-Nov-22	31.10	33.73	2.63	30.87	34.00	3.13
21-Nov-22	30.17	33.93	3.76	30.87	34.27	3.40
22-Nov-22	31.57	34.23	2.66	30.13	34.43	4.30
23-Nov-22	31.13	35.63	4.50	31.97	36.63	4.66

Se tiene la variación de temperatura exterior con la interior con los datos registrados en las horas 12:00 m., 1:00 p.m. y 2:00 p.m. en los dos prototipos de techos verdes V01 (plantas suculentas) y V02 (plantas rastreras o cuna de niño), por un periodo de (07) siete días.

**Figura 25**

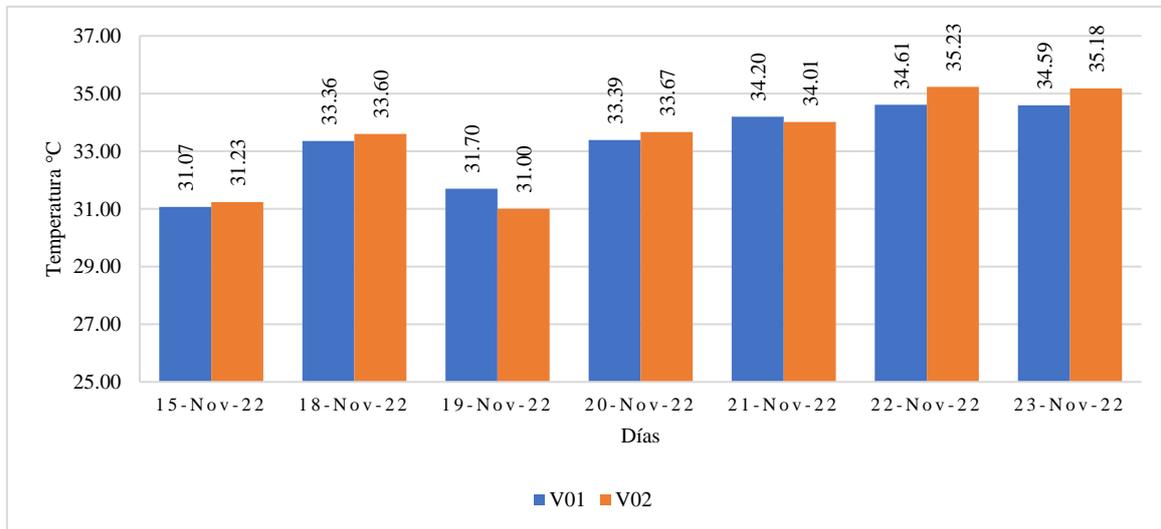
*Temperatura interior diaria de los prototipos de techos verdes.*



Temperaturas interior diarias promedio de las horas 12:00 m, 1:00 p.m y 2:00 p.m. registradas con el pirómetro de los prototipos de techos verdes V01 (plantas suculentas) y V02 (plantas rastreras o cuna de niño), por un periodo de (07) siete días.

**Figura 26**

*Temperatura exterior diaria de los prototipos de techos verdes.*



Temperaturas Exteriores diarias promedio de las horas 12:00 m, 1:00 p.m. y 2:00 p.m. registradas con el pirómetro de los prototipos de techos verdes V01 (plantas suculentas) y V02 (plantas rastreras o cuna de niño), por un periodo de (07) siete días.

### Índice de reflectividad solar (SRI)

En los resultados del índice de reflectividad solar (SRI), se obtiene los cálculos según la *ecuación 1* y los valores establecidos para el  $T_w$  y  $T_b$  en la *tabla 1* y para  $T_s$  es la temperatura superficial de cada prototipo obtenido con el instrumento de medición (pirómetro).

**Tabla 16**

*Índice de reflectividad solar (SRI) del prototipo patrón (panel termoacústico TK5).*

PROTOTIPO- PATRÓN									
PANEL TERMOACUSTICO TK5									
Hora	12:00 m.			01:00 p. m.			02:00 p. m.		
Día	Temperatura °C		SRI	Temperatura °C		SRI	Temperatura °C		SRI
	Exterior	Superficial		Exterior	Superficial		Exterior	Superficial	
07-Nov-22	34.17	60.90	53.14%	34.53	65.20	44.71%	34.03	61.77	51.43%
08-Nov-22	34.43	62.07	50.84%	35.40	61.17	52.61%	33.90	60.53	53.86%
09-Nov-22	33.60	61.90	51.18%	34.70	70.20	34.90%	35.77	63.73	47.59%
10-Nov-22	33.10	52.30	70.00%	34.53	53.87	66.92%	31.20	36.53	100.92%
11-Nov-22	32.53	35.60	102.75%	31.97	48.30	77.84%	32.43	41.90	90.39%
12-Nov-22	34.17	61.53	51.90%	34.80	70.83	33.67%	35.00	60.03	54.84%
13-Nov-22	34.37	55.17	64.37%	35.57	73.60	28.24%	35.73	67.90	39.41%

Se evidencia el cálculo del índice de reflectividad solar (SRI) a partir de las temperaturas máximas (superficial) registradas en las horas 12:00 m., 01:00 p. m. y 02:00p.m. en un lapso de 7 días del prototipo patrón (panel termoacústico TK5).

**Tabla 17**

*Temperatura diaria y SRI del prototipo patrón (panel termoacústico TK5)*

Prototipo patrón - Panel termoacústico TK5			
Temperatura Diaria °C			
Día	Exterior	Superficial	SRI
07-Nov-22	34.24	62.62	49.76%
08-Nov-22	34.58	61.26	52.44%
09-Nov-22	34.69	65.28	44.56%
10-Nov-22	32.94	47.57	79.28%
11-Nov-22	32.31	41.93	90.33%
12-Nov-22	34.66	64.13	46.80%
13-Nov-22	35.22	65.56	44.01%
Promedio	34.09	58.33	58.17%

Se evidencia el cálculo del índice de reflectividad solar (SRI) a partir del promedio las temperaturas máximas (exterior y superficial) registradas diariamente por un periodo de 7 días del prototipo patrón (panel termoacústico TK5).

**Tabla 18**

*Índice de reflectividad solar (SRI) para las temperaturas diarias registradas en el prototipo-patrón (Teja Andina).*

PROTOTIPO- PATRÓN									
Hora	TEJA ANDINA								
	12:00 m.			01:00 p. m.			02:00 p. m.		
	Temperatura °C			Temperatura °C			Temperatura °C		
Día	Exterior	Superficial	SRI	Exterior	Superficial	SRI	Exterior	Superficial	SRI
07-Nov-22	34.33	55.97	62.80%	34.20	55.90	62.94%	33.67	56.70	61.37%
08-Nov-22	34.13	61.77	51.43%	34.93	66.93	41.31%	33.53	64.53	46.02%
09-Nov-22	34.27	62.10	50.78%	35.17	63.50	48.04%	35.47	67.37	40.45%
10-Nov-22	32.93	53.93	66.80%	34.27	53.43	67.78%	31.57	37.70	98.63%
11-Nov-22	32.03	37.47	99.08%	32.50	46.57	81.24%	33.13	42.23	89.75%
12-Nov-22	33.43	63.70	47.65%	34.63	66.93	41.31%	35.27	59.93	55.04%
13-Nov-22	33.53	63.13	48.76%	34.70	73.83	27.78%	35.13	69.40	36.47%

Se evidencia el cálculo del índice de reflectividad solar (SRI) a partir de las temperaturas exterior y superficial máximas registradas en las horas 12:00 m., 01:00 p. m. y 02:00p.m. en 07 días del prototipo patrón (teja andina).

**Tabla 19**

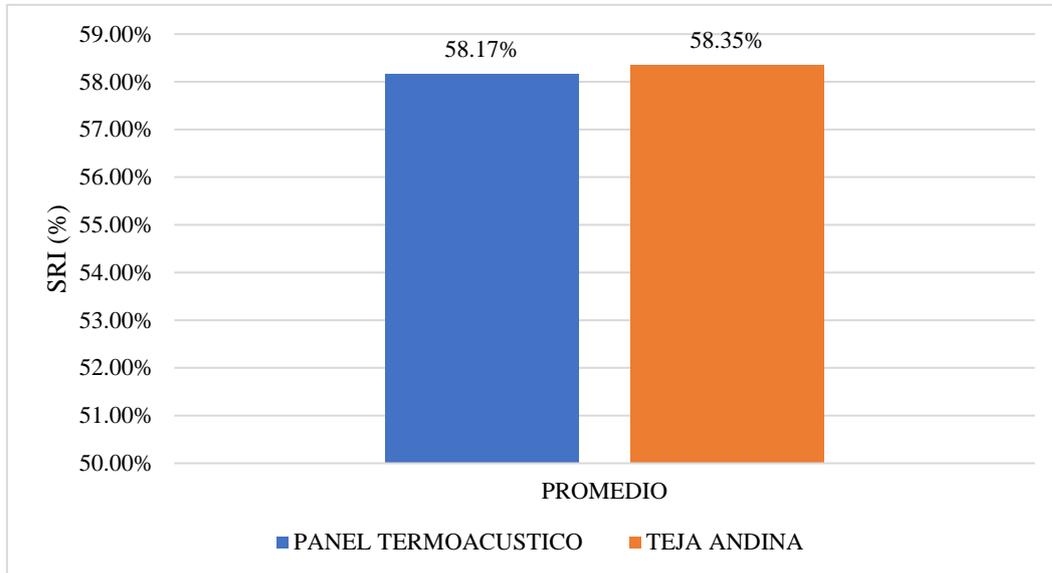
*Temperaturas diarias y SRI del prototipo patrón - (teja andina)*

Prototipo patrón - Teja andina			
Día	Tempertaura Diaria °C		
	Exterior	Superficial	SRI
07-Nov-22	34.07	56.19	62.37%
08-Nov-22	34.20	64.41	46.25%
09-Nov-22	34.97	64.32	46.42%
10-Nov-22	32.92	48.35	77.74%
11-Nov-22	32.55	42.09	90.02%
12-Nov-22	34.44	63.52	48.00%
13-Nov-22	34.45	68.79	37.67%
Promedio	33.94	58.24	58.35%

Se muestra el cálculo del índice de reflectividad solar (SRI) a partir del promedio las temperaturas máximas (exterior y superficial) registradas diarias por un periodo de 7 días del prototipo patrón (teja andina).

**Figura 27**

*Índice de reflectividad Solar (SRI) de prototipos patrón.*



Índice de reflectividad Solar (SRI) promedio para el panel termoacústico TK5 es 58.17% y para la teja andina 58.35%.

### Prototipos de techos fríos

**Tabla 20**

*Índice de reflectividad solar (SRI) del prototipo de techo frío (panel termoacústico TK5).*

PROTOTIPO- F01									
PANEL TERMOACUSTICO TK5									
Hora	12:00 m.			01:00 p. m.			02:00 p. m.		
	Temperatura °C			Temperatura °C			Temperatura °C		
Día	Exterior	Superficial	SRI	Exterior	Superficial	SRI	Exterior	Superficial	SRI
15-Nov-22	33.57	35.97	102.02%	29.40	30.63	112.49%	31.33	40.70	92.75%
18-Nov-22	33.70	47.80	78.82%	34.17	44.30	85.69%	34.27	41.30	91.57%
19-Nov-22	32.80	40.70	92.75%	30.30	33.07	107.71%	30.50	33.17	107.51%
20-Nov-22	33.33	46.03	82.29%	34.37	46.50	81.37%	34.93	47.03	80.33%
21-Nov-22	34.07	44.73	84.84%	33.10	36.50	100.98%	32.63	36.83	100.33%
22-Nov-22	34.17	46.07	82.22%	35.50	48.10	78.24%	34.53	48.40	77.65%
23-Nov-22	34.33	43.37	87.51%	34.57	44.47	85.35%	36.17	49.13	76.22%

Se evidencia el cálculo del índice de reflectividad solar (SRI) a partir del promedio las temperaturas máximas superficiales y exterior registradas diarias por un periodo de 7 días del prototipo techo frío (panel termoacústico TK5).

**Tabla 21**

*Temperaturas diarias y SRI del prototipo techo frío F01*

<b>Prototipo techo frío – F01 (Panel termoacústico TK5)</b>			
Temperatura Diaria °C			
Día	Exterior	Superficial	SRI
15-Nov-22	31.43	35.77	102.42%
18-Nov-22	34.05	44.47	85.36%
19-Nov-22	31.20	35.65	102.65%
20-Nov-22	34.21	46.52	81.33%
21-Nov-22	33.27	39.35	95.39%
22-Nov-22	34.73	47.52	79.37%
23-Nov-22	35.02	45.66	83.03%
Promedio	33.42	42.13	89.93%

Se muestra el resumen del promedio de las temperaturas exterior y superficial, además, índice de reflectividad solar (SRI) registradas diariamente por un periodo de 7 días del prototipo techo frío F01(panel termoacústico TK5).

**Tabla 22**

*Índice de reflectividad solar (SRI) para las temperaturas diarias registradas en el prototipo-techo frío (Teja Andina).*

<b>PROTOTIPO- F02</b>									
<b>TEJA ANDINA</b>									
Hora	12:00 m.			01:00 p. m.			02:00 p. m.		
	Temperatura °C			Temperatura °C			Temperatura °C		
Día	Exterior	Superficial	SRI	Exterior	Superficial	SRI	Exterior	Superficial	SRI
15-Nov-22	33.27	34.10	105.69%	30.07	33.00	107.84%	30.57	36.63	100.73%
18-Nov-22	32.33	44.27	85.75%	33.80	46.43	81.51%	34.10	45.43	83.47%
19-Nov-22	32.30	39.27	95.55%	32.00	37.27	99.47%	30.30	32.20	109.41%
20-Nov-22	32.73	44.07	86.14%	34.50	46.83	80.73%	34.13	45.07	84.18%
21-Nov-22	33.73	45.30	83.73%	34.50	46.30	81.76%	32.23	37.87	98.29%
22-Nov-22	34.20	44.97	84.37%	35.00	48.07	78.29%	34.80	48.20	78.04%
23-Nov-22	33.67	42.13	89.94%	34.23	45.40	83.53%	35.87	47.00	80.39%

Se evidencia el cálculo del índice de reflectividad solar (SRI) a partir del promedio las temperaturas máximas registradas diarias por un periodo de 7 días del prototipo techo frío (Teja andina).

**Tabla 23**

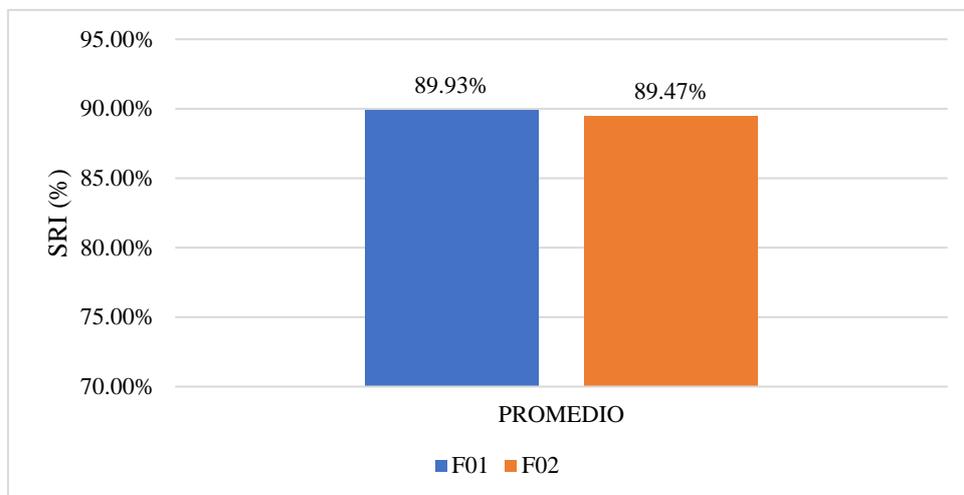
*Resumen de las temperaturas promedio exterior y superficial y SRI.*

<b>Temperatura Diaria - F02 (Teja andina)</b>			
<b>Día</b>	<b>Temperatura °C</b>		
	<b>Exterior</b>	<b>Superficial</b>	<b>SRI</b>
15-Nov-22	31.30	34.58	104.75%
18-Nov-22	33.41	45.38	83.58%
19-Nov-22	31.53	36.25	101.48%
20-Nov-22	33.79	45.32	83.68%
21-Nov-22	33.49	43.16	87.93%
22-Nov-22	34.67	47.08	80.24%
23-Nov-22	34.59	44.84	84.62%
Promedio	33.25	42.37	89.47%

Se muestra el resumen del promedio de las temperaturas exterior y superficial, además, índice de reflectividad solar (SRI) registradas diariamente por un periodo de 7 días del prototipo techo frío (Teja andina).

**Figura 28**

*Índice de reflectividad Solar (SRI) de prototipos de techos fríos.*



Los índices de reflectividad solar (SRI) promedio de los prototipos de techos fríos F01 y F02 es de 89.93% y 89.47% respectivamente.

## Prototipos de techos verdes

**Tabla 24**

*Índice de reflectividad solar (SRI) para las temperaturas diarias registradas en el prototipo-techo verde (plantas suculentas).*

PROTOTIPO- V01									
Hora	12:00 m.			01:00 p. m.			02:00 p. m.		
	Temperatura °C			Temperatura °C			Temperatura °C		
Día	Exterior	Superficial	SRI	Exterior	Superficial	SRI	Exterior	Superficial	SRI
15-Nov-22	31.40	37.87	98.29%	30.27	31.47	110.84%	31.53	36.63	100.73%
18-Nov-22	31.87	39.50	95.10%	33.87	39.13	95.82%	34.33	39.00	96.08%
19-Nov-22	32.70	34.37	105.16%	31.40	31.40	110.98%	31.00	29.57	114.57%
20-Nov-22	33.10	39.73	94.65%	33.33	42.17	89.86%	33.73	41.53	91.12%
21-Nov-22	33.73	44.13	86.02%	34.93	51.60	71.37%	33.93	37.00	100.00%
22-Nov-22	34.10	52.27	70.06%	35.50	58.33	58.18%	34.23	51.77	71.04%
23-Nov-22	33.80	40.17	93.78%	34.33	39.63	94.84%	35.63	41.97	90.25%

Se evidencia el cálculo del índice de reflectividad solar (SRI) a partir del promedio las temperaturas máximas registradas diarias por un periodo de 7 días del prototipo techo verde V01(plantas suculentas)

**Tabla 25**

*Resumen de temperaturas máximas superficial, exterior y cálculo del SRI según la hora tomada.*

Temperatura Diaria – V01 (plantas suculentas)			
Día	Temperatura °C		
	Exterior	Superficial	SRI
15-Nov-22	31.07	35.32	103.29%
18-Nov-22	33.36	39.21	95.67%
19-Nov-22	31.70	31.78	110.24%
20-Nov-22	33.39	41.14	91.88%
21-Nov-22	34.20	44.24	85.80%
22-Nov-22	34.61	54.12	66.42%
23-Nov-22	34.59	40.59	92.96%
Promedio	33.27	40.92	92.32%

Se evidencia el cálculo del índice de reflectividad solar (SRI) a partir del promedio las temperaturas máximas registradas en las horas 12: 00 m., 1:00 p.m. y 2:00 p.m. diarias por un periodo de 7 días del prototipo techo verde V01(plantas suculentas).

**Tabla 26**

*Índice de reflectividad solar (SRI) para las temperaturas diarias registradas en el prototipo-techo verde V02 (plantas cuna niño).*

<b>PROTOTIPO- V02</b>									
<b>PLANTAS RASTRERAS - CUNA DE NIÑO</b>									
<b>Hora</b>	<b>12:00 m.</b>			<b>01:00 p. m.</b>			<b>02:00 p. m.</b>		
	<b>Temperatura °C</b>			<b>Temperatura °C</b>			<b>Temperatura °C</b>		
<b>Día</b>	<b>Exterior</b>	<b>Superficial</b>	<b>SRI</b>	<b>Exterior</b>	<b>Superficial</b>	<b>SRI</b>	<b>Exterior</b>	<b>Superficial</b>	<b>SRI</b>
<b>15-Nov-22</b>	32.00	32.57	108.69%	29.60	27.27	119.08%	32.10	33.70	106.47%
<b>18-Nov-22</b>	33.63	38.20	97.65%	34.00	38.57	96.92%	33.17	35.67	102.61%
<b>19-Nov-22</b>	31.53	30.20	113.33%	30.67	28.60	116.47%	30.80	28.47	116.73%
<b>20-Nov-22</b>	33.63	39.23	95.63%	33.37	38.97	96.14%	34.00	37.50	99.02%
<b>21-Nov-22</b>	33.87	40.60	92.94%	33.90	44.33	85.63%	34.27	42.23	89.75%
<b>22-Nov-22</b>	34.80	52.27	70.06%	36.47	55.17	64.37%	34.43	59.13	56.61%
<b>23-Nov-22</b>	34.23	38.73	96.61%	34.67	40.60	92.94%	36.63	41.53	91.12%

Se evidencia el cálculo del índice de reflectividad solar (SRI) a partir del promedio las temperaturas máximas registradas diarias por un periodo de 7 días del prototipo techo verde V02 (plantas rastreras cuna de niño).

**Tabla 27**

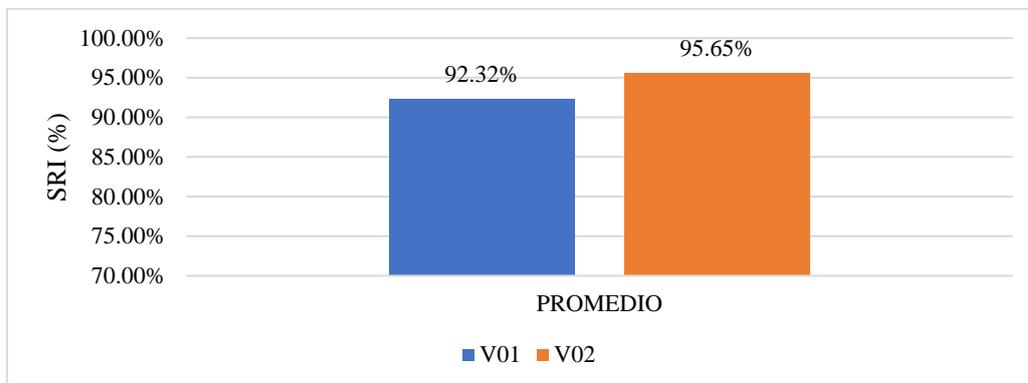
*Resumen de temperaturas máximas superficial, exterior y cálculo del SRI según la hora tomada.*

<b>Temperatura Diaria – V02 (plantas rastreras o cuna de niño)</b>			
	<b>Temperatura °C</b>		
<b>Día</b>	<b>Exterior</b>	<b>Superficial</b>	<b>SRI</b>
15-Nov-22	31.23	31.18	111.41%
18-Nov-22	33.60	37.48	99.06%
19-Nov-22	31.00	29.09	115.51%
20-Nov-22	33.67	38.57	96.93%
21-Nov-22	34.01	42.39	89.44%
22-Nov-22	35.23	55.52	63.68%
23-Nov-22	35.18	40.29	93.56%
Promedio	33.42	39.22	95.65%

Se evidencia el cálculo del índice de reflectividad solar (SRI) a partir del promedio las temperaturas máximas registradas en las horas 12: 00 m., 1:00 p.m. y 2:00 p.m. diarias por un periodo de 7 días del prototipo techo verde V02 (plantas rastreras cuna de niño).

**Figura 29**

*Índice de reflectividad Solar (SRI) de prototipos de techos verdes.*



Se presenta los índices de reflectividad solar (SRI) promedio de los prototipos de techos verdes V01 y V02 con valores de 92.32% y 95.65% respectivamente.

### Temperatura ambiente interior en prototipos

A continuación, se presenta los resultados de la diferencia de la temperatura interior y exterior de los prototipos patrones, techos fríos y techos verdes.

**Tabla 28**

*Temperatura promedio diarias interior, exterior y variación de estas en los prototipos patrones - panel termoacústico TK5 y teja andina*

PROTOTIPOS PATRÓN						
Dia	Temperatura Diaria °C					
	PANEL TERMOACÚSTICO TK5			TEJA ANDINA		
	A=Interior	B=Exterior	C=B-A	A=Interior	B=Exterior	C=B-A
07-Nov-22	33.08	34.24	1.16	32.88	34.07	1.19
08-Nov-22	33.33	34.58	1.24	33.09	34.20	1.11
09-Nov-22	33.76	34.69	0.93	33.43	34.97	1.54
10-Nov-22	32.05	32.94	0.90	31.63	32.92	1.29
11-Nov-22	31.74	32.31	0.57	31.19	32.55	1.36
12-Nov-22	33.85	34.66	0.80	32.97	34.44	1.48
13-Nov-22	34.46	35.22	0.77	33.49	34.45	0.97
Máxima T °C	34.46	35.22	1.24	33.49	34.97	1.54
Promedio T °C	33.18	34.09	0.91	32.67	33.94	1.28
Mínima T °C	31.74	32.31	0.57	31.19	32.55	0.97

Se muestra el promedio de las temperaturas diarias máximas tomadas a las 12:00 m. 1:00 p.m. 2:00 p.m. en un periodo de 07 días donde se obtuvo las temperaturas máximas promedio y mínima además de la variación de la temperatura exterior e interior de los prototipos patrones panel termoacústico TK5 y teja andina

**Tabla 29**

*Temperatura promedio diarias interior, exterior y variación de estas en los prototipos techos fríos - panel termoacústico TK5(F01) y teja andina (F02).*

PROTOTIPOS TECHOS FRÍOS						
Temperatura Diaria °C						
Dia	F01			F02		
	A=Interior	B=Exterior	C=B-A	A=Interior	B=Exterior	C=B-A
15-Nov-22	29.47	31.43	1.97	29.79	31.30	1.51
18-Nov-22	30.25	34.05	3.80	29.71	33.41	3.70
19-Nov-22	29.69	31.20	1.51	29.89	31.53	1.64
20-Nov-22	31.51	34.21	2.70	31.00	33.79	2.79
21-Nov-22	31.42	33.27	1.84	31.51	33.49	1.98
22-Nov-22	32.08	34.73	2.65	31.50	34.67	3.17
23-Nov-22	31.08	35.02	3.94	30.15	34.59	4.44
Máxima T °C	32.08	35.02	3.94	31.51	34.67	4.44
Promedio T °C	30.79	33.42	2.63	30.51	33.25	2.75
Mínima T °C	29.47	31.20	1.51	29.71	31.30	1.51

Se muestra el promedio de las temperaturas diarias máximas tomadas a las 12:00 m. 1:00 p.m. 2:00 p.m. en un periodo de 07 días donde se obtuvo las temperaturas máximas promedio y mínima además de la variación de la temperatura exterior e interior de los prototipos techos fríos F01 (panel termoacústico TK5) y F02 (teja andina).

**Tabla 30**

*Temperatura promedio diarias interior, exterior y variación de estas en los prototipos techos verdes-V01(plantas suculentas) y V02(plantas rastreras- cuna de niño)*

PROTOTIPOS TECHOS VERDES						
Temperatura Diaria °C						
Dia	V01			V02		
	A=Interior	B=Exterior	C=B-A	A=Interior	B=Exterior	C=B-A
15-Nov-22	29.45	31.07	1.61	29.62	31.23	1.61
18-Nov-22	30.06	33.36	3.30	29.98	33.60	3.62
19-Nov-22	29.64	31.70	2.06	29.33	31.00	1.67
20-Nov-22	30.96	33.39	2.43	30.85	33.67	2.82
21-Nov-22	31.10	34.20	3.09	30.95	34.01	3.07
22-Nov-22	30.95	34.61	3.66	30.82	35.23	4.41
23-Nov-22	30.46	34.59	4.13	30.71	35.18	4.46
Máxima T °C	31.10	34.61	4.13	30.95	35.23	4.46
Promedio T °C	30.37	33.27	2.90	30.32	33.42	3.09
Mínima T °C	29.45	31.07	1.61	29.33	31.00	1.61

Se muestra el promedio de las temperaturas diarias máximas tomadas a las 12:00 m. 1:00 p.m. 2:00 p.m. tomadas con el pirómetro en un periodo de 07 días donde se obtuvo las temperaturas máximas promedio y mínima además de la variación de la temperatura exterior e interior de los prototipos techos verdes V01 (plantas suculentas) y V02 (plantas rastreras-cuna de niño).

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### DISCUSIÓN

Se han construido 02 prototipos de techos fríos y 02 de techos verdes, en los techos fríos se propuso dos tipos de cobertura que debido a las precipitaciones pluviales se utilizó el panel termoacústico TK5 y Teja andina, posteriormente se adicionó una pintura blanca impermeable réflex aislante térmico para los prototipos de techos fríos F01 y F02, según González et al. (2019) estos techos son fabricados en materiales especiales que reflejan la luz solar y la envían de vuelta al ambiente, del mismo modo Gonzáles (2012) afirma que se suelen emplear colores claros con el fin de aumentar la reflectancia solar gracias a su alto efecto albedo (la capacidad de un cuerpo para reflejar la luz). En los techos verdes se optó por un sistema extensivo con dos tipos de vegetación plantas suculentas (V1) y plantas rastreras- cuna de niño (V02), según Garcia (2010) estos sistemas son de bajo mantenimiento y generalmente se instalan en lugares inaccesibles, a menudo se plantan en ellas especies con poco requerimiento de humedad, con solo 5 a 15 cm. de sustrato y suelen subsistir con agua de lluvia, la vegetación es de bajo porte, usando generalmente especies endémicas o adaptadas a las condiciones ambientales por ello su mantenimiento es mínimo.

En los prototipos de techos patrones de acuerdo a las características del material se utilizó un valor de emisividad 0.90 para el panel termoacústico TK5 y 0.85 para la teja andina, los resultados según la *tabla N°17* para el primero la temperatura promedio superficial diaria es de 58.33 °C con un índice de reflectividad solar (SRI) de 58.17% y para el segundo según la *tabla N°19* de 58.24 °C con un SRI de 58.35%, al adicionar pintura blanca impermeabilizante réflex aislante térmico en los techos fríos la emisividad es de 0.90, según la *tabla N°21* el prototipo F01(panel termoacústico TK5) tiene una temperatura

promedio exterior de 33.42 °C y superficial de 42.13 °C, para el F02(teja andina) en la *tabla N°23* se tiene una temperatura promedio exterior de 33.25 °C y superficial de 42.37 °C, obteniendo el SRI para el F01 de 89.93 % y 89.47 % para el F02, lográndose una disminución de la temperatura superficial promedio de 16.20 °C para el prototipo F01 y 15.87°C para el F02, mientras que Alchapar & Correa (2015) sus resultados revelaron que, aunque el color es una variable determinante del desempeño térmico superficial de un material su comportamiento puede modificar la temperatura superficial de un material entre 20 y 29 °C, por lo tanto se acepta la hipótesis 2 ya que la reflectividad y la emisividad de los materiales influyen en la reducción de las temperaturas superficiales.

En los techos verdes V01(plantas suculentas) y V02 (plantas rastreras- cuna de niño) se utilizó una emisividad para la cobertura vegetal de 0.98 y sustrato de 0.96, valores especificados en las fichas técnicas, los resultados según la *tabla N°25* para el prototipo V01 la temperatura promedio diaria exterior es de 33.27 °C y 40.92°C de temperatura superficial, para el prototipo V02 según la *tabla N°27* la temperatura promedio diaria exterior es de 33.42°C y 39.22°C de temperatura superficial, de esta manera en comparación con los prototipos patrones panel termoacústico TK5 y teja andina se tiene un aumento de índice de reflectividad solar (SRI) de 34.06% y 37.39% para el V01 y V02, donde se reduce la temperatura superficial en 17.37 °C y 19.07 °C respectivamente, existiendo cierta similitud con Valbuena (2012), que encontró una atenuación de temperatura superficial promedio 5,82°C en el techo verde y en algunas horas del 12,29°C, en cuanto a la temperatura superficial alcanzada Inga (2018) al realizar una comparación de un techo verde con la que no tenía con respecto a la temperatura superficial de la azotea, la máxima temperatura alcanzada sobre la superficie de la azotea fue de 51°C, por lo general se acepta la hipótesis

debido a que al aumentar el valor de la emisividad se tiene mayor índice de reflectividad solar (SRI) por lo que la disminución de temperatura es mayor.

Según la *tabla N°28* para el panel termoacústico TK5 y teja andina la diferencia de la temperatura diaria promedio exterior menos la interior es de  $0.91^{\circ}\text{C}$  y  $1.28^{\circ}\text{C}$ , pero con la utilización de los prototipos de techos fríos F01 y F02 en la *tabla N°29* los valores son de  $2.63^{\circ}\text{C}$  y  $2.75^{\circ}\text{C}$ , concretándose que los techos fríos reducen la temperatura en el interior de un ambiente en  $1.72^{\circ}\text{C}$  y  $1.47^{\circ}\text{C}$  para el F01 y F02, similares resultados encontraron Synnefa et al. (2007) que evaluaron el impacto de los techos fríos en las cargas energéticas y las condiciones de confort térmico interior en edificios residenciales encontrando que en un aumento en la reflectancia solar del techo de 0,65 reduce la temperatura máxima en un  $1.2 - 3.7^{\circ}\text{C}$  dependiendo de las condiciones climáticas, mientras que los autores Žuvela et al. (2018), en sus resultados muestran un aumento en la reflectividad de los techos (hasta 0,7) reduce las temperaturas medias de verano en el entorno densamente edificado en aproximadamente  $0,5^{\circ}\text{C}$ , del mismo modo Porras & Contreras (2020) analizaron el comportamiento térmico en campo de láminas de hierro galvanizado con zinc antes y después de aplicarles un revestimiento frío, los resultados muestran que la lámina a la que se le aplicó el revestimiento tiene una temperatura promedio  $0.85^{\circ}\text{C}$  más baja; aceptándose la hipótesis 4 debido a que nuestros resultados están en el rango planteado.

Se acepta la última hipótesis debido a que en los prototipos de techos verdes V01 (plantas suculentas) y V02 (plantas rastreras- cuna de niño) según la *tabla N°30* se tuvo una diferencia de temperatura interior diaria promedio con respecto a la exterior de  $2.90^{\circ}\text{C}$  y  $3.09^{\circ}\text{C}$  respectivamente, en comparación con los prototipos patrones que tienen una reducción de  $1.81^{\circ}\text{C}$  y  $2.00^{\circ}\text{C}$  para el V01 y V02, resultados similares obtuvo Ávila (2019) que los techos verdes reducen la temperatura en promedio anual  $1.6$  y  $2.3^{\circ}\text{C}$  para la vivienda

de referencia y particular respectivamente, siendo mayor la reducción en los meses cálidos, del mismo modo Feliz (2016) precisó que las temperaturas máximas se obtienen a las 12:00 p.m., 1:00 p.m. y 2:00 p.m. donde la diferencia de temperaturas de los techos sin cubierta vegetal y con cubierta vegetal son de  $2.03^{\circ}\text{C}$ ,  $2.54^{\circ}\text{C}$  y  $2.86^{\circ}\text{C}$ , la disminución más alta de temperatura interior encontró Cortés (2019) que presentó disminuciones de hasta más de  $4^{\circ}\text{C}$ , siendo más notorias en el tratamiento extensivo y en el horario de las 2:00 pm respecto al testigo, en cambio, las disminuciones más bajas encontraron los autores Inga (2018) con una temperatura promedio del ambiente de  $1.26^{\circ}\text{C}$  y Valbuena (2012)  $0,52^{\circ}\text{C}$  en la zona con techo verde en comparación con la que no tenía techo verde, pero en algunas horas obtuvo una disminución de  $0,94^{\circ}\text{C}$ , esta variación de resultados se debe a factores como el lugar de donde se realiza el estudio, la utilización de vegetación y las horas en que se realiza el registro de temperaturas.

En los prototipos de techos fríos y verdes con las características planteadas en esta investigación, se determinó que la reflectividad y emisividad influye en la disminución de temperatura interior y superficial detalladas anteriormente por lo que se acepta la hipótesis general.

### **Implicancias**

En el presente trabajo se tiene como implicancias desde un punto de vista teórico presentar nuevas metodologías para disminuir las temperaturas que se presentan en la ciudad de Jaén pero que así mismo pueden ser aplicadas en otras ciudades que tienen altas temperaturas, ya que estas aportan diversos beneficios ambientales, optimización del aislamiento térmico y reducción del consumo de energía, teniendo como alternativa los techos verdes y techos fríos donde se analizó la reflectividad y emisividad de cada uno de estos y su influencia con la reducción de temperatura, además, desde un punto de vista

práctico para la implementación de esta tecnología en los techos fríos se utiliza la pintura réflex aislante térmico sobre techos con cobertura de calamina metálica, teja andina o sobre un techo aligerado, mientras que para los techos verdes las capas que conforman este sistema extensivo se puede realizar sobre una losa aligerada o losa maciza verificando que la sobrecarga que se está adicionando no sobrepase la carga máxima a la que estará expuesta dicha estructura. Esta investigación podrá ayudar a ingenieros, empresas y otras instituciones que se dedican al diseño de edificaciones o viviendas en su toma de decisiones para mejorar el confort térmico, ambiental, planificación urbana y recuperación de los espacios verdes que con la creciente demanda de la población se han visto afectados considerablemente a nivel local y regional.

### **Limitaciones**

En la búsqueda bibliográfica se obtuvo escasa información sobre reflectividad y emisividad para los techos verdes, en cambio para los techos fríos se encontró pocas investigaciones de la aplicación de este sistema en el nivel local.

Para la construcción de los prototipos de techos verdes y techos fríos se tuvo dificultad en la disponibilidad de los materiales ya que en su mayoría se ha obtenido fuera de la ciudad de Jaén.

Al contar con un solo instrumento de medición de temperatura, al momento de registrar los datos de cada uno de los prototipos se presentaron cambios de temperaturas bruscas tomadas en la misma hora, por lo que se dejó un lapso de 3 minutos debido a que el instrumento requiere de un tiempo para su enfriamiento y restauración, para realizar la toma de temperaturas del siguiente prototipo.

En la toma de temperaturas se tuvo que descartar los días no soleados y los que hubo presencia de lluvias debido a que la diferencia es mínima e insignificante, ya que nuestra investigación se enfocó en demostrar la disminución de las temperaturas elevadas que se presentan en ciudades cálidas como es el caso de la ciudad de Jaén, logrando así brindar un mejor confort térmico a la población.

## **CONCLUSIONES**

Se realizó el análisis de la reflectividad y emisividad utilizando prototipos de techos fríos y verdes en la ciudad de Jaén, donde para los prototipos patrones se utilizó una valor de emisividad de 0.90 obteniéndose un SRI de 58.17% correspondiente para el panel termoacústico TK5 y para la teja andina una emisividad de 0.85 y un SRI de 58.35%, mientras que con la utilización de los prototipos de techos fríos F01 y F02 se utilizó una emisividad de 0.90, en el que se obtuvo como índice de reflectividad solar (SRI) promedio de 89.93% y 89.47 % y para los techos verdes una emisividad de 0.96 y 0.98 con un índice de reflectividad solar (SRI) promedio de 92.32% y 95.65%, concluyendo que este se aproxima al 100% al utilizar materiales con valores de emisividad cercanos a 1 y colores más claros como la utilización de pintura blanca impermeable réflech aislante térmico para los prototipos de techos fríos, en cambio para los prototipos de techos verdes influye la vegetación que cubre el sustrato.

Se construyó 02 prototipos de techos fríos y 02 techos verdes, en el cual para los techos fríos se utilizó como cobertura el panel termoacústico TK5 y teja andina, en el que se aplicó la pintura blanca impermeable réflech aislante térmico para F01 y F02, en cambio para techos verdes se optó por utilizar el sistema extensivo V01 (plantas suculentas) y V02 (plantas rastreras- cuna de niño).

Se concluyó que la reflectividad y emisividad influye en la variación de temperatura superficial con la utilización de prototipos de techos fríos, que con un valor equivalente de emisividad de 0.90 de acuerdo a las características del material para F01 y F02, en aumento de índice de reflectividad solar (SRI) de 31.76% se obtuvo una reducción de 16.20°C para el F01 en comparación con el prototipo de cobertura patrón panel termoacústico TK5 y para el F02 en un aumento de SRI de 31.12% se tiene una disminución de temperatura superficial de 15.87 °C con respecto a la teja andina.

Se concluyó que la reflectividad y emisividad influye en la variación de temperatura superficial con la utilización de prototipos de techos verdes, que con un valor de emisividad de 0.96 y un aumento de índice de reflectividad solar (SRI) de 34.06% para el V01 en comparación con el techo patrón panel termoacústico TK5 y teja andina reduce 17.37 °C, y para el V02 con una emisividad de 0.98 y un aumento de índice de reflectividad solar (SRI) de 37.39% se tiene una atenuación de 19.07°C.

Se verificó que existe una disminución de temperatura interior con la utilización de los prototipos de techos fríos en la ciudad de Jaén, con respecto al prototipo patrón panel termoacústico TK5 de 1.72 °C para el F01 y de 1.47 °C para el F02 en comparación con la teja andina.

Se obtuvo una disminución de temperatura interior con la utilización de los prototipos de techos verdes, en la ciudad de Jaén, con respecto a los prototipos patrón panel termoacústico TK5 y teja andina de 1.81°C para el V01 y para el V02 de 2.00°C.

En conclusión, al realizar una comparación entre los prototipos de techos fríos F01 Y F02 con los prototipos de techos verdes V01 y V02, se obtuvo que el prototipo F02 es el menos favorable en la disminución de temperatura interior promedio de 1.47°C y el más óptimo es el prototipo V02 con una disminución de temperatura interior promedio de 2.00°C.

## REFERENCIAS

- Alchapar, N., & Correa, E. (2015). Reflectancia solar de las envolventes opacas de la ciudad y su efecto sobre las temperaturas urbanas. *Informes de la Construcción*, 67 (540):e112. doi:http://dx.doi.org/10.3989/ic.14.131.
- Alchapar, N., Correa, E., & Cantón, M. (2012). Índice de reflectancia solar de revestimientos verticales: potencial para la mitigación de la isla de calor urbana. *Revista Ambiente Construido*, 107-123.
- Alvarado, J., & Jara, M. (2020). *Estudio comparativo de materiales convencionales y de origen natural*. Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Ávila, A. (2019). *Simulación de una vivienda con techo verde y su efecto en el confort térmico*. Tecnológico Nacional de México, México.
- Bliss, D. (2007). *Stormwater runoff mitigation and water quality improvements through the use a green roof in Pittsburgh*. University of Pittsburgh, Pittsburgh, Pensilvania, EE. UU.
- Cengel, Y., & Ghajar, A. (2011). *Transferencia De Calor y Masa fundamentos y aplicaciones* (Vol. 4). MCGRAW HILL EDUCATION.
- Chavez, L. (2020). *Uso de plásticos reciclados y su influencia en la construcción de techos verdes para viviendas de materila rústico en el barrio de Ocopilla, distrito de Huancayo al 2019*. Universidad Continental, Huancayo, Perú.
- Cortés, K. (2019). *Análisis del comportamiento térmico, beneficios y costos, de dos tipos de techos verdes en sistema modular, en Poza Rica, Veracruz*". Universidad Veracruzana, Tuxpan, Veracruz, Mexico.
- Duarte, D. (2014). *Techos verdes en viviendas de estrato 1: aplicado al barrio Yomasa*. Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Espitia, W. (2019). *Propuesta de guía para la implementación de techos verdes en la ciudad de Chiquinquirá Boyaca*. Universidad Santo Tomas, Colombia.
- Feliz, K. (2016). *Estudio de la factibilidad de la implantacion de techos verdes en un clima tropical como de la República Dominicana*. Universidad Politécnica Cataluña, Barcelona, España.

- García, I. (2010). *Beneficios de los sistemas de naturación en las edificaciones*. SNES-ABC.
- González, J. (2012). Sistemas activos y pasivos basados en materiales naturales. *la climatización en la arquitectura bioclimática*.
- González, J., Quevedo, D., & Álvarez, B. (2019). *Materiales y prácticas de construcción sostenible; construcción sostenible en villavicencio*. Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia.
- Guadalupe, I. (2012). *Manual para el diseño e instalación de una azotea verde*. Universidad Autónoma de México, México .
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México, México.
- Imran, M., Kala, J., Muthukumar, S., & M. Ng, A. (2018). *Effectiveness of green and cool roofs in mitigating urban heat island effects during a heatwave event in the city of Melbourne in southeast Australia*. Victoria University, Melbourne, Australia, Melbourne, Australia.
- Inga, J. (2018). *Evaluación de la reducción del consumo de la energía eléctrica, mediante la implementación de un techo verde de tipo indirecto al interior de la I.E.P. Peruano –Alemania*. Universidad de Huánuco, Huánuco, Perú.
- Jimenes, M. (2020). *Modelado de techos ventilados para la mejora de la sensación térmica en casas de interés social en clima tropical*. Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.
- López, D. (2020). *Comparación de plantas con diferente metabolismo en el desempeño térmico de techos verdes extensivos*. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, Baja California, México.
- Lopez, S. (2010). *Un acercamiento a las cuiertas verdes*. Medellin, Colombia.
- Maldonado, D. (2009). *Efectividad de los sistemas de techos con cubierta vegetal para la mitigación del calentamiento y manejo de la escorrentía de las zonas urbanas*. Universidad de San Juan, San Juan, Puerto Rico.

- Mendez, M. (2020). *Propuesta De Diseño De Un Modelo De Techos Verdes Para La Universidad Antonio Nariño, Sede Sur - Bogotá-*. Universidad Antonio Nariño, Colombia.
- Nieto, E. (2011). *Guia de Techos Verdes en Bogotá*. Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá.
- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, H. (2018). *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis* (5 ed.). Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- OECD. (2018). *Manual de Frascati 2015: Guía para la recopilación y presentación de información sobre la investigación y el desarrollo experimental*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, FECYT.
- Ordóñez, E., & Pérez, M. (2015). Comparación del desempeño térmico de techos verdes y techos blancos mediante técnicas IR. *Acta Universitaria*, 11-19.
- Porras, J., & Contreras, S. (2020). Efecto de los revestimientos fríos sobre la temperatura superficial de las cubiertas en el clima cálido-húmedo. *REVISTARQUIS*.
- Rosas, M., & García, V. (2013). La influencia de la configuración de los cañones urbanos en el confort del peatón. En *Revista Electrónica Nova Scientia* (Vol. 6, págs. 228-253).
- Ruiz, L. (2013). *Estudio experimental del comportamiento térmico de varios recubrimientos reflectivos (cool roof) sobre varios tipos de techos: diseño, instrumentación y construcción*. Instituto tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, Mexico.
- Saiz, S. (2015). *Efecto de las cubiertas ajardinadas sobre el microclima urbano de verano*. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Madrid, España.
- Salas, F. (2017). *Propuesta de implementación del uso de techos verdes con geomembrana importada de Estados Unidos en el distrito de San Miguel, para cumplir con la meta 8 de biodiversidad de a Aichi*. Universidad De San Martín De Porres, Lima, Perú.

- Samah, H., Tiwari, G., & Noughbléga, Y. (2020). Cool and Green Roofs as Techniques to Overcome Heating in Building and its Surroundings under Warm Climate. *International Energy Journal*, 359 – 372.
- Sánchez, I. (2012). *Manual para el diseño e instalacion de una azotea verde*. Universidad Nacional Autonoma de Mexico, Ciudad Universitaria, Mexico.
- Santamouris, M. (30 de julio de 2012). cooling the cities - A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. (Y. Goswami, Ed.) págs. 682-703.
- Synnefa, A., Santamouris, M., & Akbari, H. (2007). Estimación del efecto del uso de revestimientos fríos sobre las cargas de energía y el confort térmico en edificios residenciales en diversas condiciones climáticas. Issue 11.
- Tumini, I. (2007). *Estrategias para reducción del efecto isla de calor en los espacios urbanos. Estudio aplicado al caso de madrid*.
- Valbuena, M. (2012). *Implementación de un modelo de techo verde y su beneficio térmico en un hogar de Honda, Tolima (Colombia)*. Pontificia Universidad Javeriana, Tolima, Colombia.
- Vanesa, J. (2020). *Revisión Y Caracterización Del Fenómeno De Las Islas De Calor Urbanas (Icu) Con Énfasis En El Caso Colombiano*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia.
- Zinzi, M., & Agnoli, S. (2012). *ool and green roofs. An energy and comfort comparison between passive cooling and mitigation urban heat island techniques for residential buildings in the Mediterranean region,.*
- Žuvela, A., Konrad, A., Hannes, S., Bird, D., & Gallaun, H. (2018). Modelling reduction of urban heat load in Vienna by modifying surface properties of roofs. *Theor Appl Climatol*, 1005–1018.

## ANEXOS

### ANEXO N° 1. Panel fotográfico

#### Figura 30

*Toma de temperatura superficial en panel termoacústico TK5*



Registro de temperatura superficial del prototipo patrón panel termoacústico TK5 con el instrumento de medición temperaturas (pirómetro).

**Figura 31**

*Toma de temperatura superficial en panel termoacústico TK5.*



Registro de temperatura superficial del prototipo patrón Teja andina con el instrumento de medición temperaturas (pirómetro).

**Figura 32**

*Toma de temperatura superficial en prototipo F01 (panel termoacústico TK5).*



Toma de temperatura superficial del prototipo techo frío F01 (panel termoacústico) con el instrumento de medición (pirómetro).

**Figura 33**

*Toma de temperatura ambiente interior en prototipo F01 (panel termoacústico TK5).*



Toma de temperatura interior del prototipo techo frío F01 (panel termoacústico TK5) con el instrumento de medición (pirómetro).

**Figura 34**

*Toma de temperatura superficial en prototipo F02 (teja andina).*



Toma de temperatura superficial del prototipo techo frío F02 (Teja andina) con el instrumento de medición (pirómetro).

**Figura 35**

*Toma de temperatura ambiente interior en prototipo F02 (teja andina).*



Toma de temperatura interior del prototipo techo frío F02 (Teja andina) con el instrumento de medición (pirómetro).

**Figura 36**

*Toma de temperatura superficial en prototipo V01 (plantas suculentas).*



Toma de temperatura superficial del prototipo techo verde V01 (plantas suculentas) con el instrumento de medición (pirómetro).

**Figura 37**

*Toma de temperatura ambiente interior en prototipo V01 (plantas suculentas).*



Toma de temperatura interior del prototipo techo verde V01 (plantas suculentas) con el instrumento de medición (pirómetro)

**Figura 38**

*Toma de temperatura superficial en prototipo V02 (plantas rastreras o cuna de niño).*



Toma de temperatura superficial del prototipo techo verde V02 (plantas rastreras-cuna de niño) con el instrumento de medición (pirómetro).

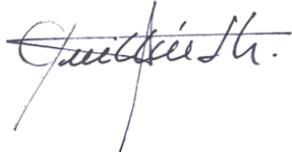
**Figura 39**

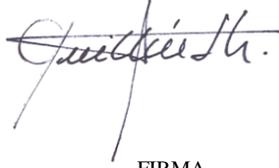
*Toma de temperatura superficial en prototipo V02 (plantas rastreras o cuna de niño).*



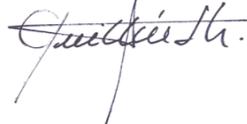
Toma de temperatura ambiente interior del prototipo techo verde V02 (plantas rastreras- cuna de niño) con el instrumento de medición (pirómetro).

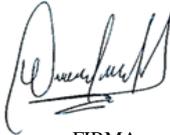
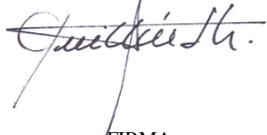
## ANEXO N° 2. Datos generales de prototipos techos fríos

	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
	TESIS	“ANÁLISIS DE REFLECTIVIDAD Y EMISIVIDAD UTILIZANDO PROTOTIPOS DE TECHOS FRÍOS Y VERDES EN LA CIUDAD DE JAÉN, CAJAMARCA 2022”					
	TESISTAS	JHON JORGE COTRINA MONSALVE WILKER JHON VILLANUEVA HOYOS					
	ASESOR	ING. TULIO EDGAR GUILLEN SHEEN					
FICHA	Datos generales de prototipo de techo frío					N°	01
PROTOTIPO	F01 - (Panel termoacústico TK5)						
<b>DATOS GENERALES</b>							
Área de estudio	0.60 m <sup>2</sup>						
Localización	Calle Cruz de Chalpon N° 418, Morrosolar Bajo, Jaén, Jaén						
Tiempo de ejecución	1 semana						
Cobertura				Pintura			
Panel termoacústico TK5				Reflex aislante térmico			
Características	Color	Material	Emisividad	Capas	color	Material	Emisividad
	Rojo	PVC	0.9	3 capas	Blanco	Impermeable	0.90
Dimensiones	Ancho	Largo	Espesor	Pintura blanca aplicado sobre la superficie del Panel Termoacústico TK5 en el prototipo F01			
	1.00 m	0.60 m	1.50 mm				
TESISTA N° 01		TESISTA N° 02		ASESOR			
 FIRMA		 FIRMA		 FIRMA			
NOMBRE: Jhon Jorge Cotrina Monsalve		NOMBRE: Wilker Jhon Villanueva Hoyos		NOMBRE: Tulio Edgar Guillén Sheen			

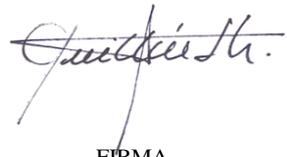
	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
	TESIS	“ANÁLISIS DE REFLECTIVIDAD Y EMISIVIDAD UTILIZANDO PROTOTIPOS DE TECHOS FRÍOS Y VERDES EN LA CIUDAD DE JAÉN, CAJAMARCA 2022”					
	TESISTAS	JHON JORGE COTRINA MONSALVE WILKER JHON VILLANUEVA HOYOS					
	ASESOR	ING. TULIO EDGAR GUILLEN SHEEN					
FICHA	Datos generales de prototipo de techo frío					N°	02
PROTOTIPO	F02 - (Teja andina)						
<b>DATOS GENERALES</b>							
<b>Área de estudio</b>							
0.60 m <sup>2</sup>							
<b>Localización</b>							
Calle Cruz de Chalpon N° 418, Morrosolar Bajo, Jaén, Jaén							
<b>Tiempo de ejecución</b>							
1 semana							
<b>Cobertura</b>				<b>Pintura</b>			
<b>Teja Andina</b>				<b>Reflex aislante térmico</b>			
<b>Características</b>	<b>Color</b>	<b>Material</b>	<b>Emisividad</b>	<b>Capas</b>	<b>color</b>	<b>Material</b>	<b>Emisividad</b>
	Naranjado	Fibroemento	0.85	3 capas	Blanco	Impermeable	0.9
<b>Dimensiones</b>	<b>Ancho</b>	<b>Largo</b>	<b>Espesor</b>	Pintura blanca aplicado sobre la superficie de la teja andina en el prototipo F02			
	1.00 m	0.60 m	1.50 mm				
<b>TESISTA N° 01</b>		<b>TESISTA N° 02</b>			<b>ASESOR</b>		
 FIRMA		 FIRMA			 FIRMA		
<b>NOMBRE: Jhon Jorge Cotrina Monsalve</b>		<b>NOMBRE: Wilker Jhon Villanueva Hoyos</b>			<b>NOMBRE: Tulio Edgar Guillén Sheen</b>		

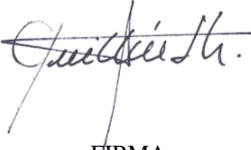
### ANEXO N° 3. Datos generales de prototipos de techos verdes

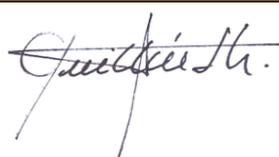
	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE				
	TESIS “ANÁLISIS DE REFLECTIVIDAD Y EMISIVIDAD UTILIZANDO PROTOTIPOS DE TECHOS FRÍOS Y VERDES EN LA CIUDAD DE JAÉN, CAJAMARCA 2022”				
	TESISTAS JHON JORGE CONTRINA MONSALVE WILKER JHON VILLANUEVA HOYOS				
	ASESOR ING. TULIO EDGAR GUILLEN SHEEN				
FICHA	Datos generales de prototipo de techo verde		N° 03		
PROTOTIPO	V01 - (Plantas Suculentas)				
<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>					
Área de estudio	0.60 m <sup>2</sup>				
Localización	Calle Cruz de Chalpon N° 418, Morrosolar Bajo, Jaén, Jaén				
Tiempo de ejecución	1 semana				
<b>1. Vegetación</b>					
Variedad	Suculentas				
Nombre científico	Sedum				
Altura	10-12 cm				
N° de plantas	45				
Distribución y separación	10 cm				
<b>2. sustrato</b>					
Tipo	Cantidad utilizada			Emisividad	Porcentaje
		Area	Espesor		
tierra orgánica	0.60 m <sup>2</sup>	0.07 m	0.042 m <sup>3</sup>	0.96	87.50%
Aserrín	0.60 m <sup>2</sup>	0.01 m	0.006 m <sup>3</sup>		12.50%
<b>3. Filtro      4. Drenaje      5. Protección anti raíz e impermeabilización</b>					
Material	Geotextil	Piedra Chancada 1/2"	Geomembrana		
Medidas	0.55mx0.95m	0.01 m <sup>3</sup>	0.75mx1.15m		
P. unitario/Espesor	200 gr	2 cm	1.00 mm		
Color	Negro	Mixtos	negro		
TESISTA N° 01		TESISTA N° 02		ASESOR	
					
FIRMA		FIRMA		FIRMA	
NOMBRE: Jhon Jorge Contrina Monsalve		NOMBRE: Wilker Jhon Villanueva Hoyos		NOMBRE: Tulio Edgar Guillén Sheen	

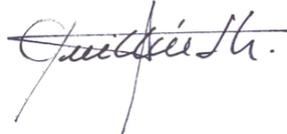
	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE			
	TESIS	“ANÁLISIS DE REFLECTIVIDAD Y EMISIVIDAD UTILIZANDO PROTOTIPOS DE TECHOS FRÍOS Y VERDES EN LA CIUDAD DE JAÉN, CAJAMARCA 2022”		
	TESISTAS	JHON JORGE COTRINA MONSALVE		
	ASESOR	WILKER JHON VILLANUEVA HOYOS ING. TULIO EDGAR GUILLEN SHEEN		
FICHA	Datos generales de prototipo de techo verde		N° 04	
PROTOTIPO	V02 (Plantas Rastreras o cuna de niño)			
<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>				
Área de estudio	0.60 m2			
Localización	Calle Cruz de Chalpon N° 418, Morrosolar Bajo, Jaén, Jaén			
Tiempo de ejecución	1 semana			
<b>1. Vegetación</b>				
Variedad	Rastreras o cubre suelos			
Nombre científico	Sedum			
Altura	10-12 cm			
N° de plantas	45			
Distribución y separación	15 cm			
Emisividad	0.98			
<b>2. sustrato</b>				
Tipo	Cantidad utilizada			Porcentaje
	tierra orgánica	Area	Espesor	
	0.60 m2	0.07 m	0.042 m3	87.50%
Aserrín	Area	Espesor	Volumen	12.50%
	0.60 m2	0.01 m	0.006 m3	
<b>3. Filtro</b>				
Material	Geotextil	<b>4. Drenaje</b>		
Medidas	0.55mx0.95m	Piedra Chancada 1/2"	<b>5. Protección anti raíz e impermeabilización</b>	
Espesor/P unitario	200 gr	0.01 m3	Geomembrana	
Color	negro	2 cm	0.75mx1.15m	
		mixtos	1.00 mm	
			negro	
TESISTA N° 01		TESISTA N° 02		ASESOR
				
FIRMA		FIRMA		FIRMA
NOMBRE: Jhon Jorge Cotrina Monsalve		NOMBRE: Wilker Jhon Villanueva Hoyos		NOMBRE: Tulio Edgar Guillén Sheen

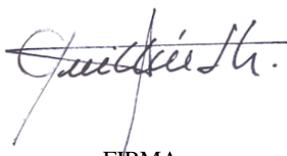
#### ANEXO N° 4. Registro de temperaturas

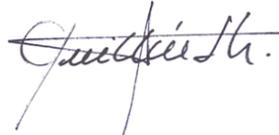
	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE					
	TESIS	“ANÁLISIS DE REFLECTIVIDAD Y EMISIVIDAD UTILIZANDO PROTOTIPOS DE TECHOS FRÍOS Y VERDES EN LA CIUDAD DE JAÉN, CAJAMARCA 2022”				
	TESISTAS	JHON JORGE COTRINA MONSALVE WILKER JHON VILLANUEVA HOYOS				
	ASESOR	ING. TULIO EDGAR GUILLEN SHEEN				
FICHA	Registro de temperatura ambiente interior				N°	05
PROTOTIPO	Patrón-(Panel Termoacústico TK5)					
<b>Temperatura (°C)</b>						
<b>Hora</b>	<b>12:00 m</b>		<b>01:00 p.m.</b>		<b>02:00 p.m.</b>	
<b>Día</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>
07-Nov-2022	32.90	32.97	33.70	33.77	32.50	32.50
	33.00		33.80		32.50	
	33.00		33.80		32.50	
08-Nov-2022	33.20	33.27	33.80	33.93	32.50	32.80
	33.30		33.90		32.90	
	33.30		34.10		33.00	
09-Nov-2022	32.60	32.77	34.00	34.23	34.20	34.27
	32.80		34.30		34.30	
	32.90		34.40		34.30	
10-Nov-2022	31.80	31.87	33.40	33.47	30.80	30.80
	31.90		33.40		30.80	
	31.90		33.60		30.80	
11-Nov-2022	31.90	31.90	31.50	31.53	31.80	31.80
	31.90		31.50		31.80	
	31.90		31.60		31.80	
12-Nov-2022	32.70	32.73	34.50	34.60	34.20	34.23
	32.70		34.60		34.20	
	32.80		34.70		34.30	
13-Nov-2022	33.60	33.63	34.90	34.97	34.70	34.77
	33.60		35.00		34.80	
	33.70		35.00		34.80	
TESISTA N° 01		TESISTA N° 02		ASESOR		
 FIRMA		 FIRMA		 FIRMA		
NOMBRE: Jhon Jorge Cotrina Monsalve		NOMBRE: Wilker Jhon Villanueva Hoyos		NOMBRE: Tulio Edgar Guillén Sheen		

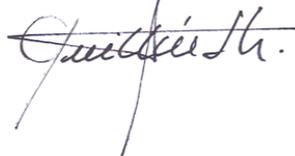
	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE					
	TESIS	“ANÁLISIS DE REFLECTIVIDAD Y EMISIVIDAD UTILIZANDO PROTOTIPOS DE TECHOS FRÍOS Y VERDES EN LA CIUDAD DE JAÉN, CAJAMARCA 2022”				
	TESISTAS	JHON JORGE COTRINA MONSALVE WILKER JHON VILLANUEVA HOYOS				
	ASESOR	ING. TULIO EDGAR GUILLEN SHEEN				
FICHA	Registro de temperatura ambiente interior				N°	06
PROTOTIPO	Patrón (Teja Andina)					
<b>Temperatura (°C)</b>						
<b>Hora</b>	<b>12:00 m</b>		<b>01:00 p.m.</b>		<b>02:00 p.m.</b>	
<b>Día</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>
07-Nov-2022	32.70	32.83	33.30	33.40	32.30	32.40
	32.80		33.40		32.40	
	33.00		33.50		32.50	
08-Nov-2022	32.80	32.97	33.90	33.97	32.30	32.33
	33.00		34.00		32.30	
	33.10		34.00		32.40	
09-Nov-2022	32.30	32.37	33.60	33.70	34.20	34.23
	32.40		33.70		34.20	
	32.40		33.80		34.30	
10-Nov-2022	31.40	31.43	32.50	32.57	30.90	30.90
	31.40		32.60		30.90	
	31.50		32.60		30.90	
11-Nov-2022	31.00	31.03	31.10	31.17	31.30	31.37
	31.00		31.20		31.40	
	31.10		31.20		31.40	
12-Nov-2022	32.10	32.13	33.30	33.37	33.30	33.40
	32.10		33.40		33.40	
	32.20		33.40		33.50	
13-Nov-2022	32.50	32.53	34.00	34.03	33.80	33.90
	32.50		34.00		33.90	
	32.60		34.10		34.00	
TESISTA N° 01		TESISTA N° 02		ASESOR		
						
FIRMA		FIRMA		FIRMA		
NOMBRE: Jhon Jorge Cotrina Monsalve		NOMBRE: Wilker Jhon Villanueva Hoyos		NOMBRE: Tulio Edgar Guillén Sheen		

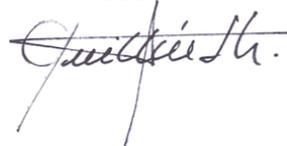
	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE					
	TESIS	“ANÁLISIS DE REFLECTIVIDAD Y EMISIVIDAD UTILIZANDO PROTOTIPOS DE TECHOS FRÍOS Y VERDES EN LA CIUDAD DE JAÉN, CAJAMARCA 2022”				
	TESISTAS	JHON JORGE COTRINA MONSALVE WILKER JHON VILLANUEVA HOYOS				
	ASESOR	ING. TULIO EDGAR GUILLEN SHEEN				
FICHA	Registro de temperatura superficial				N°	07
PROTOTIPO	Patrón (Panel Termoacústico TK5)					
<b>Temperatura(°C)</b>						
<b>Hora</b>	<b>12:00 m</b>		<b>01:00 p.m.</b>		<b>02:00 p.m.</b>	
<b>Día</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>
07-Nov-2022	63.30	60.90	66.20	65.20	56.70	61.77
	61.30		63.80		64.60	
	58.10		65.60		64.00	
08-Nov-2022	62.70	62.07	56.40	61.17	54.80	60.53
	65.60		63.30		62.60	
	57.90		63.80		64.20	
09-Nov-2022	64.90	61.90	67.90	70.20	60.30	63.73
	62.10		70.40		68.00	
	58.70		72.30		62.90	
10-Nov-2022	50.00	52.30	55.30	53.87	36.60	36.53
	53.00		55.20		36.80	
	53.90		51.10		36.20	
11-Nov-2022	35.80	35.60	48.10	48.30	41.10	41.90
	35.50		49.20		41.80	
	35.50		47.60		42.80	
12-Nov-2022	60.60	61.53	69.20	70.83	56.50	60.03
	64.20		71.30		62.10	
	59.80		72.00		61.50	
13-Nov-2022	50.90	55.17	72.30	73.60	62.80	67.90
	56.10		73.30		70.00	
	58.50		75.20		70.90	
TESISTA N° 01		TESISTA N° 02		ASESOR		
						
FIRMA		FIRMA		FIRMA		
NOMBRE: Jhon Jorge Cotrina Monsalve		NOMBRE: Wilker Jhon Villanueva Hoyos		NOMBRE: Tulio Edgar Guillén Sheen		

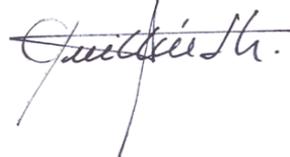
	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE					
	TESIS	“ANÁLISIS DE REFLECTIVIDAD Y EMISIVIDAD UTILIZANDO PROTOTIPOS DE TECHOS FRÍOS Y VERDES EN LA CIUDAD DE JAÉN, CAJAMARCA 2022”				
	TESISTAS	JHON JORGE COTRINA MONSALVE				
	ASESOR	WILKER JHON VILLANUEVA HOYOS ING. TULIO EDGAR GUILLEN SHEEN				
FICHA	Registro de temperatura superficial				N°	08
PROTOTIPO	Patrón - (Teja Andina)					
<b>Temperatura (°C)</b>						
<b>Hora</b>	<b>12:00 m</b>		<b>01:00 p.m.</b>		<b>02:00 p.m.</b>	
<b>Día</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>
<b>07-Nov-2022</b>	55.90	55.97	51.60	55.90	55.00	56.70
	55.90		57.70		58.00	
	56.10		58.40		57.10	
<b>08-Nov-2022</b>	60.80	61.77	63.60	66.93	58.10	64.53
	61.60		68.60		70.30	
	62.90		68.60		65.20	
<b>09-Nov-2022</b>	60.50	62.10	61.50	63.50	60.60	67.37
	63.40		62.20		68.80	
	62.40		66.80		72.70	
<b>10-Nov-2022</b>	55.60	53.93	51.40	53.43	38.70	37.70
	54.40		55.40		37.80	
	51.80		53.50		36.60	
<b>11-Nov-2022</b>	37.80	37.47	46.80	46.57	40.40	42.23
	37.60		44.90		41.80	
	37.00		48.00		44.50	
<b>12-Nov-2022</b>	64.10	63.70	64.40	66.93	58.90	59.93
	64.70		69.60		60.70	
	62.30		66.80		60.20	
<b>13-Nov-2022</b>	59.80	63.13	70.60	73.83	65.20	69.40
	65.70		72.00		69.30	
	63.90		78.90		73.70	
TESISTA N° 01		TESISTA N° 02		ASESOR		
 FIRMA		 FIRMA		 FIRMA		
NOMBRE: Jhon Jorge Cotrina Monsalve		NOMBRE: Wilker Jhon Villanueva Hoyos		NOMBRE: Tulio Edgar Guillén Sheen		

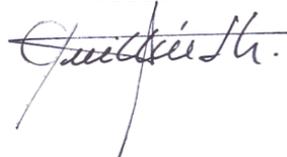
	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE					
	TESIS	“ANÁLISIS DE REFLECTIVIDAD Y EMISIVIDAD UTILIZANDO PROTOTIPOS DE TECHOS FRÍOS Y VERDES EN LA CIUDAD DE JAÉN, CAJAMARCA 2022”				
	TESISTAS	JHON JORGE COTRINA MONSALVE WILKER JHON VILLANUEVA HOYOS				
	ASESOR	ING. TULIO EDGAR GUILLEN SHEEN				
FICHA	Registro de temperatura exterior				N°	09
PROTOTIPO	Patrón - (Panel Termoacustico TK5)					
<b>Temperatura (°C)</b>						
<b>Hora</b>	<b>12:00 m</b>		<b>01:00 p.m.</b>		<b>02:00 p.m.</b>	
<b>Día</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>
07-Nov-2022	33.80	34.17	34.30	34.53	33.80	34.03
	34.20		34.50		34.00	
	34.50		34.80		34.30	
08-Nov-2022	34.20	34.43	35.20	35.40	33.60	33.90
	34.50		35.40		33.90	
	34.60		35.60		34.20	
09-Nov-2022	33.40	33.60	34.30	34.70	35.40	35.77
	33.60		34.70		35.80	
	33.80		35.10		36.10	
10-Nov-2022	32.60	33.10	34.30	34.53	31.10	31.20
	33.20		34.50		31.20	
	33.50		34.80		31.30	
11-Nov-2022	32.40	32.53	31.80	31.97	32.10	32.43
	32.50		32.00		32.50	
	32.70		32.10		32.70	
12-Nov-2022	33.70	34.17	34.00	34.80	34.70	35.00
	34.20		35.00		35.00	
	34.60		35.40		35.30	
13-Nov-2022	34.20	34.37	35.20	35.57	35.30	35.73
	34.30		35.60		35.70	
	34.60		35.90		36.20	
TESISTA N° 01		TESISTA N° 02		ASESOR		
 FIRMA		 FIRMA		 FIRMA		
NOMBRE: Jhon Jorge Cotrina Monsalve		NOMBRE: Wilker Jhon Villanueva Hoyos		NOMBRE: Tulio Edgar Guillén Sheen		

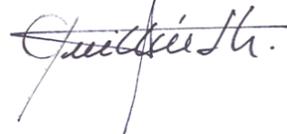
	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE					
	TESIS	“ANÁLISIS DE REFLECTIVIDAD Y EMISIVIDAD UTILIZANDO PROTOTIPOS DE TECHOS FRÍOS Y VERDES EN LA CIUDAD DE JAÉN, CAJAMARCA 2022”				
	TESISTAS	JHON JORGE COTRINA MONSALVE WILKER JHON VILLANUEVA HOYOS				
	ASESOR	ING. TULIO EDGAR GUILLEN SHEEN				
FICHA	Registro de temperatura exterior				N°	10
PROTOTIPO	Patrón - (Teja Andina)					
<b>Temperatura (°C)</b>						
<b>Hora</b>	<b>12:00 m</b>		<b>01:00 p.m.</b>		<b>02:00 p.m.</b>	
<b>Día</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>
07-Nov-2022	34.00	34.33	33.90	34.20	33.40	33.67
	34.40		34.20		33.70	
	34.60		34.50		33.90	
08-Nov-2022	33.90	34.13	34.60	34.93	33.30	33.53
	34.10		35.00		33.60	
	34.40		35.20		33.70	
09-Nov-2022	34.00	34.27	34.80	35.17	35.10	35.47
	34.30		35.10		35.40	
	34.50		35.60		35.90	
10-Nov-2022	32.70	32.93	33.90	34.27	31.40	31.57
	33.00		34.20		31.60	
	33.10		34.70		31.70	
11-Nov-2022	32.00	32.03	32.30	32.50	33.00	33.13
	32.00		32.50		33.10	
	32.10		32.70		33.30	
12-Nov-2022	33.10	33.43	34.40	34.63	34.90	35.27
	33.50		34.60		35.30	
	33.70		34.90		35.60	
13-Nov-2022	33.10	33.53	34.30	34.70	34.70	35.13
	33.60		34.70		35.20	
	33.90		35.10		35.50	
TESISTA N° 01		TESISTA N° 02		ASESOR		
 FIRMA		 FIRMA		 FIRMA		
NOMBRE: Jhon Jorge Cotrina Monsalve		NOMBRE: Wilker Jhon Villanueva Hoyos		NOMBRE: Tulio Edgar Guillén Sheen		

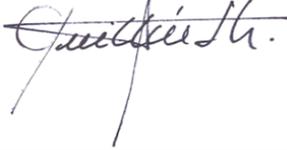
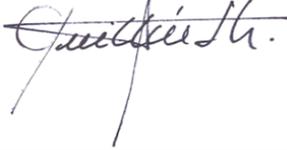
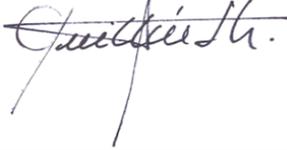
	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE					
	TESIS	“ANÁLISIS DE REFLECTIVIDAD Y EMISIVIDAD UTILIZANDO PROTOTIPOS DE TECHOS FRÍOS Y VERDES EN LA CIUDAD DE JAÉN, CAJAMARCA 2022”				
	TESISTAS	JHON JORGE COTRINA MONSALVE WILKER JHON VILLANUEVA HOYOS				
	ASESOR	ING. TULIO EDGAR GUILLEN SHEEN				
FICHA	Registro de temperatura ambiente interior				Nº	11
PROTOTIPO	Techo frío F01 - (Panel Termoacústico TK5)					
<b>Temperatura (°C)</b>						
<b>Hora</b>	<b>12:00 m</b>		<b>01:00 p.m.</b>		<b>02:00 p.m.</b>	
<b>Día</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>
15-Nov-22	29.50	29.57	29.00	29.00	29.80	29.83
	29.60		29.00		29.80	
	29.60		29.00		29.90	
18-Nov-22	30.00	30.07	30.50	30.60	30.00	30.07
	30.10		30.60		30.10	
	30.10		30.70		30.10	
19-Nov-22	30.50	30.63	29.30	29.37	28.90	29.07
	30.70		29.40		29.10	
	30.70		29.40		29.20	
20-Nov-22	30.80	30.87	31.50	31.60	32.00	32.07
	30.90		31.60		32.10	
	30.90		31.70		32.10	
21-Nov-22	31.30	31.37	31.80	31.87	31.00	31.03
	31.40		31.90		31.00	
	31.40		31.90		31.10	
22-Nov-22	31.80	31.80	32.30	32.47	31.90	31.97
	31.80		32.50		32.00	
	31.80		32.60		32.00	
23-Nov-22	29.60	29.70	30.90	30.97	32.50	32.57
	29.70		31.00		32.60	
	29.80		31.00		32.60	
TESISTA N° 01		TESISTA N° 02		ASESOR		
FIRMA		FIRMA		FIRMA		
						
NOMBRE: Jhon Jorge Cotrina Monsalve		NOMBRE: Wilker Jhon Villanueva Hoyos		NOMBRE: Tulio Edgar Guillén Sheen		

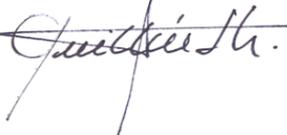
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
	TESIS		“ANÁLISIS DE REFLECTIVIDAD Y EMISIVIDAD UTILIZANDO PROTOTIPOS DE TECHOS FRÍOS Y VERDES EN LA CIUDAD DE JAÉN, CAJAMARCA 2022”			
	TESISTAS		JHON JORGE COTRINA MONSALVE			
			WILKER JHON VILLANUEVA HOYOS			
	ASESOR		ING. TULIO EDGAR GUILLEN SHEEN			
FICHA	Registro de temperatura ambiente interior					N° 12
PROTOTIPO	Techo frío F02 - (Teja Andina)					
<b>Temperatura (°C)</b>						
<b>Hora</b>	<b>12:00 m</b>		<b>01:00 p.m.</b>		<b>02:00 p.m.</b>	
<b>Día</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>
15-Nov-22	29.90	29.97	29.20	29.27	30.10	30.13
	30.00		29.30		30.10	
	30.00		29.30		30.20	
18-Nov-22	29.10	29.17	29.80	29.87	30.10	30.10
	29.20		29.90		30.10	
	29.20		29.90		30.10	
19-Nov-22	30.00	30.07	30.00	30.07	29.50	29.53
	30.10		30.10		29.50	
	30.10		30.10		29.60	
20-Nov-22	30.20	30.27	31.40	31.50	31.10	31.23
	30.30		31.50		31.30	
	30.30		31.60		31.30	
21-Nov-22	30.90	30.97	32.40	32.53	30.90	31.03
	31.00		32.60		31.10	
	31.00		32.60		31.10	
22-Nov-22	31.50	31.57	31.40	31.43	31.40	31.50
	31.60		31.40		31.50	
	31.60		31.50		31.60	
23-Nov-22	28.90	28.90	30.30	30.37	31.10	31.17
	28.90		30.40		31.20	
	28.90		30.40		31.20	
TESISTA N° 01		TESISTA N° 02		ASESOR		
FIRMA		FIRMA		FIRMA		
						
NOMBRE: Jhon Jorge Cotrina Monsalve		NOMBRE: Wilker Jhon Villanueva Hoyos		NOMBRE: Tulio Edgar Guillén Sheen		

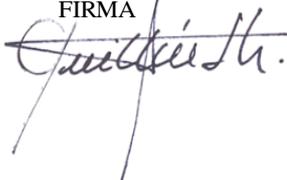
	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE					
	TESIS	“ANÁLISIS DE REFLECTIVIDAD Y EMISIVIDAD UTILIZANDO PROTOTIPOS DE TECHOS FRÍOS Y VERDES EN LA CIUDAD DE JAÉN, CAJAMARCA 2022”				
	TESISTAS	JHON JORGE COTRINA MONSALVE WILKER JHON VILLANUEVA HOYOS				
	ASESOR	ING. TULIO EDGAR GUILLEN SHEEN				
FICHA	Registro de temperatura superficial				N°	13
PROTOTIPO	Techo frío F01 - (Panel Termoacústico TK5)					
<b>Temperatura (°C)</b>						
<b>Hora</b>	<b>12:00 m</b>		<b>01:00 p.m.</b>		<b>02:00 p.m.</b>	
<b>Día</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>
15-Nov-22	36.10	35.97	30.60	30.63	39.90	40.70
	35.90		30.60		40.90	
	35.90		30.70		41.30	
18-Nov-22	46.60	47.80	41.70	44.30	40.30	41.30
	47.80		45.60		41.20	
	49.00		45.60		42.40	
19-Nov-22	40.40	40.70	32.70	33.07	32.70	33.17
	40.40		32.90		33.20	
	41.30		33.60		33.60	
20-Nov-22	45.70	46.03	44.80	46.50	47.00	47.03
	46.30		47.00		46.50	
	46.10		47.70		47.60	
21-Nov-22	46.00	44.73	36.30	36.50	36.50	36.83
	42.90		36.30		36.90	
	45.30		36.90		37.10	
22-Nov-22	47.70	46.07	46.10	48.10	47.20	48.40
	46.10		47.90		48.50	
	44.40		50.30		49.50	
23-Nov-22	42.90	43.37	43.70	44.47	47.90	49.13
	43.10		45.60		48.10	
	44.10		44.10		51.40	
TESISTA N° 01		TESISTA N° 02		ASESOR		
FIRMA		FIRMA		FIRMA		
						
NOMBRE: Jhon Jorge Cotrina Monsalve		NOMBRE: Wilker Jhon Villanueva Hoyos		NOMBRE: Tulio Edgar Guillén Sheen		

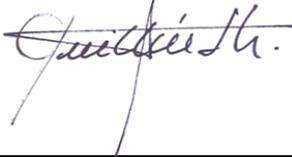
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
	TESIS “ANÁLISIS DE REFLECTIVIDAD Y EMISIVIDAD UTILIZANDO PROTOTIPOS DE TECHOS FRÍOS Y VERDES EN LA CIUDAD DE JAÉN, CAJAMARCA 2022”					
	TESISTAS JHON JORGE COTRINA MONSALVE WILKER JHON VILLANUEVA HOYOS					
	ASESOR ING. TULIO EDGAR GUILLEN SHEEN					
FICHA	Registro de temperatura superficial					N° 14
PROTOTIPO	Techo frío F02 - (Teja Andina)					
<b>Temperatura (°C)</b>						
<b>Hora</b>	<b>12:00 m</b>		<b>01:00 p.m.</b>		<b>02:00 p.m.</b>	
<b>Día</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>
15-Nov-22	34.20	34.10	32.20	33.00	36.10	36.63
	33.70		33.20		36.80	
	34.40		33.60		37.00	
18-Nov-22	44.40	44.27	44.80	46.43	44.30	45.43
	44.90		47.20		45.80	
	43.50		47.30		46.20	
19-Nov-22	38.30	39.27	37.40	37.27	32.20	32.20
	39.60		37.40		32.20	
	39.90		37.00		32.20	
20-Nov-22	43.90	44.07	47.00	46.83	42.50	45.07
	44.50		47.00		46.30	
	43.80		46.50		46.40	
21-Nov-22	44.50	45.30	46.70	46.30	37.40	37.87
	45.20		44.70		37.80	
	46.20		47.50		38.40	
22-Nov-22	45.20	44.97	47.80	48.07	45.80	48.20
	45.30		47.50		48.90	
	44.40		48.90		49.90	
23-Nov-22	40.40	42.13	45.20	45.40	46.50	47.00
	43.10		46.10		46.30	
	42.90		44.90		48.20	
TESISTA N° 01		TESISTA N° 02		ASESOR		
FIRMA		FIRMA		FIRMA		
						
NOMBRE: Jhon Jorge Cotrina Monsalve		NOMBRE: Wilker Jhon Villanueva Hoyos		NOMBRE: Tulio Edgar Guillén Sheen		

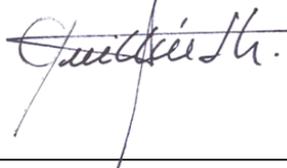
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
	TESIS	“ANÁLISIS DE REFLECTIVIDAD Y EMISIVIDAD UTILIZANDO PROTOTIPOS DE TECHOS FRÍOS Y VERDES EN LA CIUDAD DE JAÉN, CAJAMARCA 2022”				
	TESISTAS	JHON JORGE COTRINA MONSALVE WILKER JHON VILLANUEVA HOYOS				
	ASESOR	ING. TULIO EDGAR GUILLEN SHEEN				
FICHA	Registro de temperatura exterior				N°	15
PROTOTIPO	Techo frío F01 - (Panel Termoacustico TK5)					
<b>Temperatura (°C)</b>						
Hora	12:00 m		01:00 p.m.		02:00 p.m.	
Día	Lectura	Promedio	Lectura	Promedio	Lectura	Promedio
15-Nov-22	33.50	33.57	29.30	29.40	30.90	31.33
	33.60		29.40		31.40	
	33.60		29.50		31.70	
18-Nov-22	32.90	33.70	33.70	34.17	33.90	34.27
	33.80		34.20		34.30	
	34.40		34.60		34.60	
19-Nov-22	32.60	32.80	30.10	30.30	30.30	30.50
	32.80		30.30		30.50	
	33.00		30.50		30.70	
20-Nov-22	32.90	33.33	34.00	34.37	34.50	34.93
	33.40		34.40		35.00	
	33.70		34.70		35.30	
21-Nov-22	33.70	34.07	33.00	33.10	32.50	32.63
	34.10		33.10		32.60	
	34.40		33.20		32.80	
22-Nov-22	33.90	34.17	35.10	35.50	34.20	34.53
	34.20		35.50		34.50	
	34.40		35.90		34.90	
23-Nov-22	34.00	34.33	34.40	34.57	35.70	36.17
	34.30		34.60		36.20	
	34.70		34.70		36.60	
TESISTA N° 01		TESISTA N° 02		ASESOR		
FIRMA		FIRMA		FIRMA		
						
NOMBRE: Jhon Jorge Cotrina Monsalve		NOMBRE: Wilker Jhon Villanueva Hoyos		NOMBRE: Tulio Edgar Guillén Sheen		

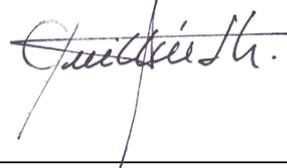
	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE																																																																																																																					
	ANÁLISIS DE REFLECTIVIDAD Y EMISIVIDAD UTILIZANDO PROTOTIPOS DE TECHOS FRÍOS Y VERDES EN LA CIUDAD DE JAÉN, CAJAMARCA 2022																																																																																																																					
	TESIS																																																																																																																					
	TESISTAS																																																																																																																					
ASESOR																																																																																																																						
<table border="1"> <tr> <td>FICHA</td> <td>Registro de temperatura exterior</td> <td>N°</td> <td>16</td> </tr> </table>						FICHA	Registro de temperatura exterior	N°	16																																																																																																													
FICHA	Registro de temperatura exterior	N°	16																																																																																																																			
<table border="1"> <tr> <td>PROTOTIPO</td> <td>Techo frío F02 - (Teja Andina)</td> </tr> </table>						PROTOTIPO	Techo frío F02 - (Teja Andina)																																																																																																															
PROTOTIPO	Techo frío F02 - (Teja Andina)																																																																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="7">Temperatura (°C)</th> </tr> <tr> <th>Hora</th> <th colspan="2">12:00 m</th> <th colspan="2">01:00 p.m.</th> <th colspan="2">02:00 p.m.</th> </tr> <tr> <th>Día</th> <th>Lectura</th> <th>Promedio</th> <th>Lectura</th> <th>Promedio</th> <th>Lectura</th> <th>Promedio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">15-Nov-22</td> <td>33.00</td> <td rowspan="3">33.27</td> <td>29.80</td> <td rowspan="3">30.07</td> <td>30.40</td> <td rowspan="3">30.57</td> </tr> <tr> <td>33.30</td> <td>30.10</td> <td>30.60</td> </tr> <tr> <td>33.50</td> <td>30.30</td> <td>30.70</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">18-Nov-22</td> <td>31.80</td> <td rowspan="3">32.33</td> <td>33.30</td> <td rowspan="3">33.80</td> <td>33.70</td> <td rowspan="3">34.10</td> </tr> <tr> <td>32.40</td> <td>33.80</td> <td>34.10</td> </tr> <tr> <td>32.80</td> <td>34.30</td> <td>34.50</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">19-Nov-22</td> <td>32.00</td> <td rowspan="3">32.30</td> <td>31.80</td> <td rowspan="3">32.00</td> <td>30.20</td> <td rowspan="3">30.30</td> </tr> <tr> <td>32.30</td> <td>32.00</td> <td>30.30</td> </tr> <tr> <td>32.60</td> <td>32.20</td> <td>30.40</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">20-Nov-22</td> <td>32.40</td> <td rowspan="3">32.73</td> <td>34.20</td> <td rowspan="3">34.50</td> <td>33.80</td> <td rowspan="3">34.13</td> </tr> <tr> <td>32.80</td> <td>34.50</td> <td>34.20</td> </tr> <tr> <td>33.00</td> <td>34.80</td> <td>34.40</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">21-Nov-22</td> <td>33.30</td> <td rowspan="3">33.73</td> <td>34.20</td> <td rowspan="3">34.50</td> <td>32.10</td> <td rowspan="3">32.23</td> </tr> <tr> <td>33.80</td> <td>34.50</td> <td>32.20</td> </tr> <tr> <td>34.10</td> <td>34.80</td> <td>32.40</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">22-Nov-22</td> <td>33.80</td> <td rowspan="3">34.20</td> <td>34.60</td> <td rowspan="3">35.00</td> <td>34.30</td> <td rowspan="3">34.80</td> </tr> <tr> <td>34.30</td> <td>35.00</td> <td>34.80</td> </tr> <tr> <td>34.50</td> <td>35.40</td> <td>35.30</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">23-Nov-22</td> <td>33.40</td> <td rowspan="3">33.67</td> <td>33.80</td> <td rowspan="3">34.23</td> <td>35.70</td> <td rowspan="3">35.87</td> </tr> <tr> <td>33.70</td> <td>34.30</td> <td>35.90</td> </tr> <tr> <td>33.90</td> <td>34.60</td> <td>36.00</td> </tr> </tbody> </table>							Temperatura (°C)							Hora	12:00 m		01:00 p.m.		02:00 p.m.		Día	Lectura	Promedio	Lectura	Promedio	Lectura	Promedio	15-Nov-22	33.00	33.27	29.80	30.07	30.40	30.57	33.30	30.10	30.60	33.50	30.30	30.70	18-Nov-22	31.80	32.33	33.30	33.80	33.70	34.10	32.40	33.80	34.10	32.80	34.30	34.50	19-Nov-22	32.00	32.30	31.80	32.00	30.20	30.30	32.30	32.00	30.30	32.60	32.20	30.40	20-Nov-22	32.40	32.73	34.20	34.50	33.80	34.13	32.80	34.50	34.20	33.00	34.80	34.40	21-Nov-22	33.30	33.73	34.20	34.50	32.10	32.23	33.80	34.50	32.20	34.10	34.80	32.40	22-Nov-22	33.80	34.20	34.60	35.00	34.30	34.80	34.30	35.00	34.80	34.50	35.40	35.30	23-Nov-22	33.40	33.67	33.80	34.23	35.70	35.87	33.70	34.30	35.90	33.90	34.60	36.00
Temperatura (°C)																																																																																																																						
Hora	12:00 m		01:00 p.m.		02:00 p.m.																																																																																																																	
Día	Lectura	Promedio	Lectura	Promedio	Lectura	Promedio																																																																																																																
15-Nov-22	33.00	33.27	29.80	30.07	30.40	30.57																																																																																																																
	33.30		30.10		30.60																																																																																																																	
	33.50		30.30		30.70																																																																																																																	
18-Nov-22	31.80	32.33	33.30	33.80	33.70	34.10																																																																																																																
	32.40		33.80		34.10																																																																																																																	
	32.80		34.30		34.50																																																																																																																	
19-Nov-22	32.00	32.30	31.80	32.00	30.20	30.30																																																																																																																
	32.30		32.00		30.30																																																																																																																	
	32.60		32.20		30.40																																																																																																																	
20-Nov-22	32.40	32.73	34.20	34.50	33.80	34.13																																																																																																																
	32.80		34.50		34.20																																																																																																																	
	33.00		34.80		34.40																																																																																																																	
21-Nov-22	33.30	33.73	34.20	34.50	32.10	32.23																																																																																																																
	33.80		34.50		32.20																																																																																																																	
	34.10		34.80		32.40																																																																																																																	
22-Nov-22	33.80	34.20	34.60	35.00	34.30	34.80																																																																																																																
	34.30		35.00		34.80																																																																																																																	
	34.50		35.40		35.30																																																																																																																	
23-Nov-22	33.40	33.67	33.80	34.23	35.70	35.87																																																																																																																
	33.70		34.30		35.90																																																																																																																	
	33.90		34.60		36.00																																																																																																																	
<table border="1"> <tr> <td>TESISTA N° 01</td> <td>TESISTA N° 02</td> <td>ASESOR</td> </tr> <tr> <td>FIRMA</td> <td>FIRMA</td> <td>FIRMA</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>NOMBRE: Jhon Jorge Cotrina Monsalve</td> <td>NOMBRE: Wilker Jhon Villanueva Hoyos</td> <td>NOMBRE: Tulio Edgar Guillén Sheen</td> </tr> </table>		TESISTA N° 01	TESISTA N° 02	ASESOR	FIRMA	FIRMA	FIRMA				NOMBRE: Jhon Jorge Cotrina Monsalve	NOMBRE: Wilker Jhon Villanueva Hoyos	NOMBRE: Tulio Edgar Guillén Sheen																																																																																																									
TESISTA N° 01	TESISTA N° 02	ASESOR																																																																																																																				
FIRMA	FIRMA	FIRMA																																																																																																																				
																																																																																																																						
NOMBRE: Jhon Jorge Cotrina Monsalve	NOMBRE: Wilker Jhon Villanueva Hoyos	NOMBRE: Tulio Edgar Guillén Sheen																																																																																																																				

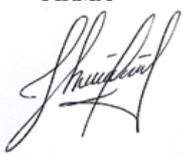
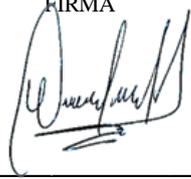
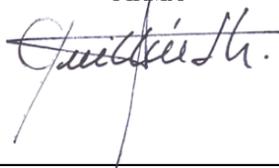
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
	“ANÁLISIS DE REFLECTIVIDAD Y EMISIVIDAD UTILIZANDO PROTOTIPOS DE TECHOS FRÍOS Y VERDES EN LA CIUDAD DE JAÉN, CAJAMARCA 2022”					
	TESIS	JHON JORGE COTRINA MONSALVE				
	TESISTAS	WILKER JHON VILLANUEVA HOYOS				
	ASESOR	ING. TULIO EDGAR GUILLEN SHEEN				
FICHA	Registro de temperatura ambiente interior					N° 17
PROTOTIPO	Techo verde V01 - (Plantas Suculentas)					
<b>Temperatura (°C)</b>						
<b>Hora</b>	<b>12:00 m</b>		<b>01:00 p.m.</b>		<b>02:00 p.m.</b>	
<b>Día</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>
15-Nov-22	29.70	29.70	29.10	29.13	29.50	29.53
	29.70		29.10		29.50	
	29.70		29.20		29.60	
18-Nov-22	29.20	29.27	30.10	30.17	30.70	30.73
	29.30		30.20		30.70	
	29.30		30.20		30.80	
19-Nov-22	29.90	30.03	29.70	29.77	29.10	29.13
	30.10		29.80		29.10	
	30.10		29.80		29.20	
20-Nov-22	30.60	30.67	31.10	31.10	31.00	31.10
	30.70		31.10		31.10	
	30.70		31.10		31.20	
21-Nov-22	31.00	31.07	32.00	32.07	30.10	30.17
	31.10		32.10		30.20	
	31.10		32.10		30.20	
22-Nov-22	30.50	30.57	30.60	30.70	31.50	31.57
	30.60		30.70		31.60	
	30.60		30.80		31.60	
23-Nov-22	30.20	30.27	29.90	29.97	31.10	31.13
	30.30		30.00		31.10	
	30.30		30.00		31.20	
TESISTA N° 01		TESISTA N° 02		ASESOR		
FIRMA		FIRMA		FIRMA		
						
NOMBRE: Jhon Jorge Cotrina Monsalve		NOMBRE: Wilker Jhon Villanueva Hoyos		NOMBRE: Tulio Edgar Guillén Sheen		

	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE					
	TESIS	“ANÁLISIS DE REFLECTIVIDAD Y EMISIVIDAD UTILIZANDO PROTOTIPOS DE TECHOS FRÍOS Y VERDES EN LA CIUDAD DE JAÉN, CAJAMARCA 2022”				
	TESISTAS	JHON JORGE COTRINA MONSALVE WILKER JHON VILLANUEVA HOYOS				
	ASESOR	ING. TULIO EDGAR GUILLEN SHEEN				
FICHA	Registro de temperatura ambiente interior				N°	18
PROTOTIPO	Techo verde V02 - (Plantas Rastreras o cuna de niño)					
<b>Temperatura (°C)</b>						
<b>Hora</b>	<b>12:00 m</b>		<b>01:00 p.m.</b>		<b>02:00 p.m.</b>	
<b>Día</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>
15-Nov-22	29.60	29.63	29.00	29.07	30.10	30.17
	29.60		29.10		30.20	
	29.70		29.10		30.20	
18-Nov-22	29.90	29.93	30.40	30.43	29.50	29.57
	29.90		30.40		29.60	
	30.00		30.50		29.60	
19-Nov-22	29.50	29.57	29.20	29.23	29.20	29.20
	29.60		29.20		29.20	
	29.60		29.30		29.20	
20-Nov-22	30.50	30.60	31.00	31.07	30.80	30.87
	30.60		31.10		30.90	
	30.70		31.10		30.90	
21-Nov-22	31.00	31.00	30.90	30.97	30.80	30.87
	31.00		31.00		30.90	
	31.00		31.00		30.90	
22-Nov-22	30.70	30.80	31.40	31.53	30.10	30.13
	30.80		31.60		30.10	
	30.90		31.60		30.20	
23-Nov-22	29.90	29.97	30.10	30.20	31.90	31.97
	30.00		30.20		32.00	
	30.00		30.30		32.00	
TESISTA N° 01		TESISTA N° 02		ASESOR		
FIRMA		FIRMA		FIRMA		
						
NOMBRE: Jhon Jorge Cotrina Monsalve		NOMBRE: Wilker Jhon Villanueva Hoyos		NOMBRE: Tulio Edgar Guillén Sheen		

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
	TESIS	“ANÁLISIS DE REFLECTIVIDAD Y EMISIVIDAD UTILIZANDO PROTOTIPOS DE TECHOS FRÍOS Y VERDES EN LA CIUDAD DE JAÉN, CAJAMARCA 2022”				
	TESISTAS	JHON JORGE COTRINA MONSALVE WILKER JHON VILLANUEVA HOYOS				
	ASESOR	ING. TULIO EDGAR GUILLEN SHEEN				
FICHA	Registro de temperatura superficial					N° 19
PROTOTIPO	Techo verde V01 - (Plantas Suculentas)					
<b>Temperatura (°C)</b>						
<b>Hora</b>	<b>12:00 m</b>		<b>01:00 p.m.</b>		<b>02:00 p.m.</b>	
<b>Día</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>
15-Nov-22	41.20	37.87	32.20	31.47	36.80	36.63
	38.90		32.20		36.50	
	33.50		30.00		36.60	
18-Nov-22	38.50	39.50	39.00	39.13	38.90	39.00
	39.80		37.90		40.50	
	40.20		40.50		37.60	
19-Nov-22	34.80	34.37	32.00	31.40	29.70	29.57
	33.90		31.30		30.20	
	34.40		30.90		28.80	
20-Nov-22	39.40	39.73	42.60	42.17	43.30	41.53
	40.40		43.60		42.60	
	39.40		40.30		38.70	
21-Nov-22	48.40	44.13	52.80	51.60	37.60	37.00
	42.60		51.20		37.20	
	41.40		50.80		36.20	
22-Nov-22	56.00	52.27	59.50	58.33	49.60	51.77
	50.90		59.20		54.50	
	49.90		56.30		51.20	
23-Nov-22	41.00	40.17	40.30	39.63	40.40	41.97
	38.10		39.50		43.40	
	41.40		39.10		42.10	
TESISTA N° 01		TESISTA N° 02		ASESOR		
FIRMA		FIRMA		FIRMA		
						
NOMBRE: Jhon Jorge Cotrina Monsalve		NOMBRE: Wilker Jhon Villanueva Hoyos		NOMBRE: Tulio Edgar Guillén Sheen		

	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE					
	TESIS	“ANÁLISIS DE REFLECTIVIDAD Y EMISIVIDAD UTILIZANDO PROTOTIPOS DE TECHOS FRÍOS Y VERDES EN LA CIUDAD DE JAÉN, CAJAMARCA 2022”				
	TESISTAS	JHON JORGE COTRINA MONSALVE WILKER JHON VILLANUEVA HOYOS				
	ASESOR	ING. TULIO EDGAR GUILLEN SHEEN				
FICHA	Registro de temperatura superficial				N°	20
PROTOTIPO	Techo verde V02 - (Plantas Rastreras o cuna de niño)					
<b>Temperatura (°C)</b>						
<b>Hora</b>	<b>12:00 m</b>		<b>01:00 p.m.</b>		<b>02:00 p.m.</b>	
<b>Día</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>
15-Nov-22	32.80	32.57	27.10	27.27	36.20	33.70
	32.80		27.60		33.00	
	32.10		27.10		31.90	
18-Nov-22	36.70	38.20	37.70	38.57	35.30	35.67
	38.60		39.30		36.00	
	39.30		38.70		35.70	
19-Nov-22	30.20	30.20	28.60	28.60	29.10	28.47
	30.20		28.60		28.60	
	30.20		28.60		27.70	
20-Nov-22	39.20	39.23	37.50	38.97	36.50	37.50
	39.20		40.00		37.30	
	39.30		39.40		38.70	
21-Nov-22	40.70	40.60	44.30	44.33	39.90	42.23
	41.20		42.90		44.10	
	39.90		45.80		42.70	
22-Nov-22	54.10	52.27	54.60	55.17	55.60	59.13
	52.50		54.00		59.90	
	50.20		56.90		61.90	
23-Nov-22	38.90	38.73	41.40	40.60	41.80	41.53
	39.30		40.70		41.10	
	38.00		39.70		41.70	
TESISTA N° 01		TESISTA N° 02		ASESOR		
FIRMA		FIRMA		Firma		
						
NOMBRE: Jhon Jorge Cotrina Monsalve		NOMBRE: Wilker Jhon Villanueva Hoyos		NOMBRE: Tulio Edgar Guillén Sheen		

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
	TESIS	“ANÁLISIS DE REFLECTIVIDAD Y EMISIVIDAD UTILIZANDO PROTOTIPOS DE TECHOS FRÍOS Y VERDES EN LA CIUDAD DE JAÉN, CAJAMARCA 2022”				
	TESISTAS	JHON JORGE COTRINA MONSALVE WILKER JHON VILLANUEVA HOYOS				
	ASESOR	ING. TULIO EDGAR GUILLEN SHEEN				
FICHA	Registro de temperatura exterior				N°	21
PROTOTIPO	Techo verde V01 - (Plantas Suculentas)					
<b>Temperatura (°C)</b>						
<b>Hora</b>	<b>12:00 m</b>		<b>01:00 p.m.</b>		<b>02:00 p.m.</b>	
<b>Día</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>
15-Nov-22	31.10	31.40	30.10	30.27	31.00	31.53
	31.40		30.30		31.50	
	31.70		30.40		32.10	
18-Nov-22	31.50	31.87	33.50	33.87	33.90	34.33
	31.90		33.80		34.40	
	32.20		34.30		34.70	
19-Nov-22	32.50	32.70	31.20	31.40	30.70	31.00
	32.70		31.40		31.00	
	32.90		31.60		31.30	
20-Nov-22	32.90	33.10	32.20	33.33	33.30	33.73
	33.10		33.70		33.80	
	33.30		34.10		34.10	
21-Nov-22	33.40	33.73	34.70	34.93	33.70	33.93
	33.80		34.90		33.90	
	34.00		35.20		34.20	
22-Nov-22	33.90	34.10	35.20	35.50	34.00	34.23
	34.10		35.50		34.30	
	34.30		35.80		34.40	
23-Nov-22	33.60	33.80	34.00	34.33	35.40	35.63
	33.80		34.40		35.70	
	34.00		34.60		35.80	
TESISTA N° 01		TESISTA N° 02		ASESOR		
FIRMA		FIRMA		FIRMA		
						
NOMBRE: Jhon Jorge Cotrina Monsalve		NOMBRE: Wilker Jhon Villanueva Hoyos		NOMBRE: Tulio Edgar Guillén Sheen		

	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE					
	TESIS	“ANÁLISIS DE REFLECTIVIDAD Y EMISIVIDAD UTILIZANDO PROTOTIPOS DE TECHOS FRÍOS Y VERDES EN LA CIUDAD DE JAÉN, CAJAMARCA 2022”				
	TESISTAS	JHON JORGE COTRINA MONSALVE WILKER JHON VILLANUEVA HOYOS				
	ASESOR	ING. TULIO EDGAR GUILLEN SHEEN				
FICHA	Registro de temperatura exterior				N°	22
PROTOTIPO	Techo verde V02 - (Plantas Rastreras o cuna de niño)					
<b>Temperatura (°C)</b>						
<b>Hora</b>	<b>12:00 m</b>		<b>01:00 p.m.</b>		<b>02:00 p.m.</b>	
<b>Día</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>	<b>Lectura</b>	<b>Promedio</b>
15-Nov-22	31.40	32.00	29.50	29.60	31.80	32.10
	32.10		29.50		32.10	
	32.50		29.80		32.40	
18-Nov-22	33.20	33.63	33.80	34.00	32.90	33.17
	33.70		34.00		33.20	
	34.00		34.20		33.40	
19-Nov-22	31.40	31.53	30.60	30.67	30.70	30.80
	31.50		30.70		30.80	
	31.70		30.70		30.90	
20-Nov-22	33.30	33.63	33.10	33.37	33.60	34.00
	33.60		33.40		34.00	
	34.00		33.60		34.40	
21-Nov-22	33.60	33.87	33.70	33.90	33.80	34.27
	33.90		33.90		34.30	
	34.10		34.10		34.70	
22-Nov-22	34.60	34.80	36.10	36.47	34.10	34.43
	34.80		36.50		34.40	
	35.00		36.80		34.80	
23-Nov-22	33.80	34.23	34.40	34.67	36.30	36.63
	34.30		34.70		36.60	
	34.60		34.90		37.00	
TESISTA N° 01	TESISTA N° 02		ASESOR			
FIRMA	FIRMA		FIRMA			
						
NOMBRE: Jhon Jorge Cotrina Monsalve	NOMBRE: Wilker Jhon Villanueva Hoyos		NOMBRE: Tulio Edgar Guillén Sheen			

## Fichas técnicas

### ANEXO N° 5: Ficha técnica del instrumento de medición (pirómetro)



Especificación	Rango	Precisión
IRT temperatura	-50 °C ~ 800 °C -58 °F ~ 1022 °F	± (1.5% rdg + dgt) ± (1.5% rdg + dgt)
Tipo K	-40 °C ~ 500 °C -40 °F ~ 932 °F	± (1.5% rdg + dgt) ± (1.5% rdg + dgt)
Temperatura ambiente	-20 °C ~ 60 °C -4 °F ~ 140 °F	±0.5 °C/1.0 °F ±0.5 °C/1.0 °F
Humedad Relativa	± 5% de humedad relativa	
<b>Características</b>		
Pantalla a Color		Sí
Puntero láser blanco		Círculo
D: S		12:1
Emisividad		0,10 ~ 1,00
Respuesta espectral		8 ~ 14um
°C/°F		Sí
Tiempo de respuesta		<0,5 S
IRT temperatura		-50 °C ~ 800 °C -58 °F ~ 1022 °F
Tipo K		Sí
Temperatura ambiente		Sí
Temperatura del punto de rocío		Sí
Humedad Relativa		Sí
Alarma de molde (rojo/amarillo/verde LED)		Sí
Alarma de puente de temperatura (R/Y/G LED)		Sí
Mantenga		Sí
Retroiluminación		Sí
Apagado automático		Sí
Indicación de batería baja		Sí
Luz UV		Sí
<b>General</b>		
Fuente de alimentación	6F22 9 V batería	
Peso	Aprox. 130g	
Tamaño	163x97x33mm	
Calificación de seguridad	EN61326, EN60825	

**ANEXO N° 6: ficha técnica de pintura blanca impermeable -réflex aislante térmico.**



Recubrimientos Industriales y  
Especiales Base Agua

# REFLEX AISLANTE TERMICO

## IMPERMEABILIZANTE

Hoja técnica

### 1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Reflex Aislante Termico es un impermeabilizante con propiedades de aislación térmica su función principal esta específicamente formulado para reducir el calor en climas cálidos y evitar la pérdida de calor en climas fríos de las superficies. En temporadas de verano esto puede reducir hasta 7°C - 12°C en temperatura y en invierno mantendrá una temperatura cálida. Esto va a generar una reducción del 35% del consumo de energía eléctrica proveniente de los sistemas de enfriamiento y calefacción.

### 2. USOS RECOMENDADOS

Protección para cualquier tipo de superficies

- Se pueda aplicar en cualquier tipo de superficies ya sean duras o flexibles como concreto, metal, madera, arpillera, MDF, Calamina de plástico, entre otros.
- Recomendado especialmente para utilizar en edificios, escuelas, hospitales, bodegas, tanques petroquímicos o criogénicos, congeladoras, petroleras, hoteles, camiones refrigerados, galpones, entre otros.

### 3. CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

<b>Aspecto:</b>	Mate	<b>Condiciones de aplicación:</b>	Temperatura ambiente 10°C mínimo, 35°C máximo (aire, superficie y material)
<b>Composición:</b>	Base agua	<b>Forma de aplicación:</b>	Brocha, rodillo o sistema airtless.
<b>Beneficios:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ahorro en economía.</li> <li>• No tiene olores tóxicos.</li> <li>• Evita la formación de algas, hongos y bacterias.</li> </ul>	<b>Preparación:</b>	Diluir el producto en un máximo de 5% de agua desmineralizada.
<b>Densidad:</b>	1.08 g/mL	<b>Tiempo de secado:</b>	Repintado: 4-5 Horas Secado completo: 12 Horas a 25°C
<b>PH:</b>	7-7.5	<b>Rendimiento:</b>	25m <sup>2</sup> /Gln por capa aprox. - 2 mils (Dependerá del estado de la superficie).
<b>Olor:</b>	Inodoro	<b>Numero de Capas:</b>	2-4 Capas como mínimo.
<b>Toxicidad:</b>	No toxico	<b>Envases:</b>	1 Galón, 5 Galones y 55 galones
<b>V.O.C.:</b>	54 g/l.		
<b>Sólidos en volumen:</b>	56%		
<b>Viscosidad 1:1:</b>	Ford Cup 4: 35 Seg ± 2 %. ASTM D1200		
<b>Almacenamiento:</b>	12 Meses en lugar seco y a temperatura ambiente		
<b>Seguridad:</b>	Al aplicar, preferentemente, usar guantes de jebe, lentes, casco, botas y mameluco.		

## NOWO COLORS

Recubrimientos Industriales y  
Especiales Base Agua

### 4. APLICACIÓN

#### PREPARACIÓN DE SUPERFICIE

La superficie debe estar limpia, seca y firme. Eliminar aceite, grasa, polvo, manchas de pintura, y todo material extraño para asegurar una adecuada adherencia.

##### Madera

Se debe lijar la superficie para abrir los poros de la madera para una mejor adherencia del producto.

##### Concreto

Para un mayor rendimiento se debe preparar la superficie con un **SELLADOR ACRILICO** e **IMPRIMANTE de NOWO COLORS**.

##### Otros

Los materiales como drywall, cartón, fibra de vidrio, etc. Se debe preparar la superficie antes de pintar.

#### CONDICIONES DE APLICACIÓN

**Temperatura:** 10°C mínimo, 35°C máximo (Aire, superficie y material).  
**Humedad relativa:** 85% máxima.

#### EQUIPO DE APLICACIÓN

##### **Brocha fina y rodillo pelo corto:**

Evitar que la brocha o rodillo tenga polvo o cualquier otro tipo de material que pueda complicar al momento de aplicar directamente sobre la superficie.

##### **Equipo de aplicación (y Airless):**

Verificar el funcionamiento del equipo de aplicación a una viscosidad adecuada, antes de vaciar la pintura al estanque. Aplicar una capa gruesa (Según el espesor solicitado).

#### PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN

La superficie deberá estar perfectamente limpia para quedar libre de residuos, polvo, cuerpos extraños, grasa, etc.

Los elementos de concreto no deben estar con signos de muestras como salitre, moho, hongo entre otros defectos,

Aplique directamente sobre la superficie **REFLEX AISLANTE TERMICO** como único producto en superficies de concreto nuevo, para superficies antiguas se debe aplicar un **SELLADOR** de **NOWO COLORS**.

Aplique una capa delgada y evite recargar demasiada pintura.

Antes de aplicar la siguiente capa, el producto deberá haber secado durante 4-5 horas como mínimo, a una temperatura de 25°C y en ambiente seco.

Igual de tiempo se debe esperar antes de manipular la superficie o piezas aplicadas.

#### INTRUCCIONES DE LIMPIEZA

- Limpie derrames y salpicaduras inmediatamente con jabón y agua limpia.
- Limpie sus manos y herramientas inmediatamente después de usarlas con jabón y agua tibia.
- Después de limpiar, lave con chorro de agua y alcohol el equipo para prevenir que este se oxide.
- Siga las recomendaciones de seguridad del fabricante cuando use alcohol.

#### RECOMENDACIONES DE RENDIMIENTO

Para evitar bloqueo del equipo como airless o pistola convencional, lavar el equipo luego de usarlo o después de una pausa prolongada usando agua limpia.

Los rangos de rendimiento varían por irregularidades de la superficie, habilidad y técnica del aplicador, método de aplicación, pérdida del material durante agitación, derrames, condiciones climáticas, excesivas repasadas.

#### PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

Consulte la hoja de seguridad de materiales (MSDS) antes de usar.

Los datos técnicos e instrucciones publicados están sujetos a cambios sin aviso. Contacte con su representante de INQUIFESA para datos técnicos e instrucciones adicional.

#### ATENCIÓN AL CLIENTE:

Web: [www.inquifesa.pe](http://www.inquifesa.pe)  
Email: [ventas@inquifesa.pe](mailto:ventas@inquifesa.pe)  
Teléfono: +51 1 537 5957



#### ATENCION:

**Garantizamos la calidad de este material y su concordancia con nuestras especificaciones. Sin embargo, puesto que el uso y aplicación de este producto está fuera de nuestro control, no asumimos responsabilidad alguna por su manipuleo, uso almacenaje y resultados obtenidos.**