



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Evaluación del confort térmico de viviendas rurales sismorresistentes
construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural, Juliaca,
Puno - 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Mamani Charca, Franz Kilder (orcid.org/ 0000-0002-5560-7462)

ASESOR:

Mg. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo (orcid.org/ 0000-0001-8850-8463)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

LIMA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Ante todo, este trabajo está dedicado principalmente a nuestro padre celestial, quien supo guiarme y conducirme por el camino correcto, dándome muchas virtudes para poder lograr las metas trazadas en mi carrera profesional.

A Ignacio y Lucia Máxima, mis padres por el apoyo incondicional a lo largo de mi formación personal y profesional.

A mis hermanos por sus consejos y apoyo en todos estos años.

Al Mg. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo por su notable aporte como asesor en el desarrollo de mi proyecto de investigación y desarrollo de la tesis.

AGRADECIMIENTO

A nuestro Padre Celestial por todas las bendiciones derramadas y por brindarme el aliento de seguir adelante para superar cualquier obstáculo.

Mi agradecimiento a mis familiares, profesores, colegas, amigos y a mi asesor que me guio y me apoyo para la ejecución de mi tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

dedicatoria.....	ii
agradecimiento.....	iii
índice de contenidos	iv
índice de tablas	v
índice de figuras	ix
resumen	xi
abstract	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1. tipo y diseño de investigación.....	15
3.2. variables y operacionalización.....	16
3.3. población, muestra y muestreo	16
3.4. técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.5. procedimientos	18
3.6. método de análisis de datos.....	19
3.7. aspectos éticos.....	19
IV. RESULTADOS.....	20
V. DISCUSIÓN.....	91
VI. CONCLUSIONES	105
VI. RECOMENDACIONES	107
REFERENCIAS.....	108
ANEXOS	112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Dimensiones de la de la arquitectura de diseño.....	22
Tabla 2: Volumen de los ambientes de la vivienda	23
Tabla 3: Materiales empleados en el proceso constructivo	24
Tabla 4: Resumen de parámetros obtenidos del monitoreo de la muestra 1.....	31
Tabla 5: Resumen de parámetros obtenidos del monitoreo de la muestra 2.....	34
Tabla 6: Resumen de parámetros obtenidos del monitoreo de la muestra 3.....	37
Tabla 7: Calor producido por las personas y artefactos utilizados (muestra 1).....	41
Tabla 8: Cálculo de calor por radiación solar mediante la ventana	42
Tabla 9: calor por radiación solar mediante policarbonato transparente (muestra 1)	43
Tabla 10: Cálculo de la resistencia de cada material del muro	45
Tabla 11: Cálculo de la transmitancia de cada elemento del muro	46
Tabla 12: Cálculo de área del muro (muestra 1).....	47
Tabla 13: Cálculo de pérdida de calor por conducción del muro (muestra 1).....	47
Tabla 14: Cálculo de la resistencia de cada material del techo	49
Tabla 15: Cálculo de la pérdida de calor por conducción del techo de la muestra 1	50
Tabla 16: Cálculo de la resistencia de cada material de la puerta.....	51
Tabla 17: Cálculo de la transmitancia de cada elemento de la puerta.....	51
Tabla 18: Cálculo de área de los elementos de la puerta (muestra 1).....	52
Tabla 19: Cálculo de la pérdida de calor por conducción de la puerta (muestra 1)	52
Tabla 20: Cálculo de la resistencia de cada material de la ventana.....	54
Tabla 21: Cálculo de la transmitancia de cada elemento de la ventana.....	54
Tabla 22: Cálculo de área de los elementos de la ventana (muestra 1).....	55

Tabla 23: <i>Cálculo de la pérdida de calor por conducción de la ventana (muestra1)</i>	55
Tabla 24: <i>Cálculo de la resistencia de cada material de la ventana de la muestra 1</i>	56
Tabla 25: <i>Cálculo de la pérdida de calor por conducción del piso (muestra1)</i>	57
Tabla 26: <i>Cálculo de la resistencia de cada material del cielorraso</i>	58
Tabla 27: <i>Cálculo de la pérdida de calor por conducción del cielorraso (muestra1)</i>	58
Tabla 28: <i>Cálculo de la pérdida de calor por convección (muestra1)</i>	59
Tabla 29: <i>Calor producido por las personas y artefactos utilizados (muestra 2)</i>	60
Tabla 30: <i>Cálculo de la radiación solar mediante la ventana (muestra 2)</i>	61
Tabla 31: <i>Cálculo de la radiación solar mediante policarbonato transparente (muestra 2)</i>	61
Tabla 32: <i>Cálculo de área del muro (muestra 2)</i>	63
Tabla 33: <i>Cálculo de pérdida de calor por conducción mediante muros (muestra 2)</i>	63
Tabla 34: <i>Cálculo de la pérdida de calor por conducción del techo (muestra 2)</i>	65
Tabla 35: <i>Cálculo de área de los elementos de la puerta (muestra 2)</i>	65
Tabla 36: <i>Cálculo de la pérdida de calor por conducción de la puerta (muestra 2)</i>	66
Tabla 37: <i>Cálculo de área de los elementos de la ventana (muestra 2)</i>	67
Tabla 38: <i>Cálculo de la pérdida de calor por conducción de la ventana (muestra 2)</i>	67
Tabla 39: <i>Cálculo de la pérdida de calor por conducción del piso (muestra 2)</i>	68
Tabla 40: <i>Cálculo de la pérdida de calor por conducción del cielorraso (muestra 2)</i>	69
Tabla 41: <i>Cálculo de la pérdida de calor por convección (muestra2)</i>	69
Tabla 42: <i>Calor producido por las personas y artefactos utilizados (muestra 3)</i>	70

Tabla 43: <i>Cálculo de la radiación solar mediante la ventana (muestra 3)</i>	71
Tabla 44: <i>Cálculo de la radiación solar mediante la ventana (muestra 3)</i>	72
Tabla 45: <i>Cálculo de área del muro (muestra 3)</i>	73
Tabla 46: <i>Cálculo de pérdida de calor por conducción a través de muro (muestra 3)</i>	74
Tabla 47: <i>Cálculo de la pérdida de calor por conducción del techo (muestra 3)</i>	75
Tabla 48: <i>Cálculo de área de los elementos de la puerta (muestra 3)</i>	76
Tabla 49: <i>Cálculo de la pérdida de calor por conducción de la puerta (muestra 3)</i>	76
Tabla 50: <i>Cálculo de área de los elementos de la ventana (muestra 3)</i>	77
Tabla 51: <i>Cálculo de la pérdida de calor por conducción de la ventana (muestra 3)</i>	77
Tabla 52: <i>Cálculo de la pérdida de calor por conducción del piso (muestra 3)</i>	78
Tabla 53: <i>Cálculo de la pérdida de calor por conducción del cielorraso (muestra 3)</i>	79
Tabla 54: <i>Cálculo de la pérdida de calor por convección (muestra 3)</i>	79
Tabla 55: <i>Resumen calor por conducción</i>	80
Tabla 56: <i>Resumen del balance térmico con datos de campo</i>	80
Tabla 57: <i>Resumen calor por conducción por unidad de temperatura</i>	81
Tabla 58: <i>Resumen del balance térmico con datos de diseño</i>	81
Tabla 59: <i>Calor producido por las personas y artefactos utilizados en el replanteo</i>	87
Tabla 60: <i>Cálculo de calor por radiación solar mediante la ventana (replanteo)</i>	88
Tabla 61: <i>Cálculo de la radiación solar mediante policarbonato transparente</i> <i>(replanteo)</i>	88
Tabla 62: <i>Cálculo de la resistencia de cada material del muro (replanteado)</i>	90
Tabla 63: <i>Cálculo de la transmitancia de cada elemento del muro (replanteo)</i>	90
Tabla 64: <i>Cálculo de pérdida de calor por conducción del muro (replanteado)</i>	91

Tabla 65: <i>resistencia de cada material del techo replanteado</i>	92
Tabla 66: <i>perdida de calor por conducción del techo replanteado</i>	93
Tabla 67: <i>Cálculo de la pérdida de calor por conducción de la puerta (replanteo)</i> 94	
Tabla 68: <i>Cálculo de la resistencia de cada material de la ventana (replanteo)</i>	95
Tabla 69: <i>Cálculo de la transmitancia de cada elemento de la ventana (replanteo)</i>	96
Tabla 70: <i>Cálculo de la pérdida de calor por conducción de la ventana (replanteado)</i>	96
Tabla 71: <i>Cálculo de la resistencia de cada material del piso replanteado</i>	97
Tabla 72: <i>Cálculo de la pérdida de calor por conducción del piso (muestra1)</i>	97
Tabla 73: <i>Cálculo de la pérdida de calor por conducción del cielorraso (replanteo)</i>	98
Tabla 74: <i>Cálculo de la pérdida de calor por convección (replanteo)</i>	98
Tabla 75: <i>Resumen de calor por conducción del replanteo</i>	99
Tabla 76: <i>Resumen de balance térmico del replanteo</i>	99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Factores y parámetros que afectan el confort térmico.....	4
Figura 2. Intercambio calorífico de un edificio.....	6
Figura 3. mapa del Perú y la región de puno	20
Figura 4. mapa de la provincia de San Román.....	21
Figura 5. captura de pantalla del área de estudio.	21
Figura 6. cimiento corrido, sobrecimiento y reforzamiento con caña carrizo.....	25
Figura 7. Muro de adobe, viga collar de madera y columna de madera	25
Figura 8. Tijerales, correa metálica y zócalo de cemento.....	26
Figura 9. Cobertura, canal de drenaje, revestimiento con yeso, y ventanas.	26
Figura 10. Baldosa, ventana cenital, puerta, piso, contra sócalo de madera..	26
Figura 11. Trayectoria solar 2D y Orientación de la vivienda (muestra 1)	27
Figura 12. Trayectoria solar 2D y Orientación de la vivienda (muestra 2)	28
Figura 13. Trayectoria solar 2D y Orientación de la vivienda (muestra 3)	29
Figura 14. Curva de temperatura (muestra 1).....	32
Figura 15. Curva de humedad relativa (muestra 1).....	32
Figura 16. Curva de radiación solar (muestra 1)	33
Figura 17. Gráfico de dirección y velocidad del viento (muestra 1).....	33
Figura 18. Curva de temperatura (muestra 2).....	35
Figura 19. Curva de humedad relativa (muestra 2).....	36
Figura 20. Curva de radiación solar (muestra 2)	36
Figura 21. Gráfico de dirección y velocidad del viento (muestra 2).....	37
Figura 22. Curva de temperatura (muestra 3).....	38
Figura 23. Curva de humedad relativa (muestra 3).....	39
Figura 24. Curva de radiación solar (muestra 3)	39

Figura 25. Gráfico de dirección y velocidad del viento (muestra 3).....	40
Figura 26. Detalle de ventana.....	42
Figura 27. Clasificación de muros de acuerdo a los materiales de su espesor	45
Figura 28. Detalle del techo de la vivienda.....	49
Figura 29. Detalle de la puerta P1 exterior	50
Figura 30. Detalle de la puerta P2 interior	51
Figura 31. Detalle de la ventana tipo V1	53
Figura 32. Detalle de la ventana tipo V2	54
Figura 33. Detalle de piso.....	56
Figura 34. Detalle de cielorraso planta.....	57
Figura 35. Detalle de cielorraso en corte	58
Figura 36. Resultado del balance térmico de las muestras evaluadas.....	82
Figura 37. Trayectoria solar 2D y orientación de la vivienda replanteada.....	86
Figura 38. Muro típico de mejoramiento con aislante térmico.....	89
Figura 39. Techo de calamina mejorada.....	92
Figura 40. Detalle de la ventana tipo V1 mejorada	95
Figura 41. Detalle de la ventana tipo V2 mejorada	95
Figura 42. Detalle de piso replanteado	97
Figura 43. Gráfico del balance térmico de vivienda replanteada.....	99

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo general, es evaluar el confort térmico de viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural, Juliaca, Puno – 2022. El método de investigación es de tipo aplicada de diseño no experimental y nivel explicativo, la muestra es de 3 viviendas que se ubica en la comunidad de Jatun Jallpa, Juliaca, su desarrollo consistió en determinar las características y sus parámetros fijos de estas viviendas mediante una inspección visual, se realizó monitoreos ambientales para obtener parámetros meteorológicos y así realizar el balance térmico de los elementos de la envolvente para dar una estrategia de mejoramiento para llegar al confort térmico óptimo. Se tuvo como resultado, de que estas 3 viviendas no tienen confort térmico debido a que su temperatura interna es de 13.8°C, 12.3°C y 12.2°C respectivamente en conclusión se realizó el balance térmico de estas 3 viviendas y se tuvo un resultado negativo con pérdidas de calor de - de -16554.56 Watt Hora/día, -14969.75 Watt. Hora/día y -16202.17 Watt. Hora/día por tal sentido se hizo una estrategia de mejora añadiendo materiales aislantes a los elementos de la envolvente y así llegar al confort térmico garantizando una temperatura de 17°C.

Palabras claves: confort térmico, arquitectura bioclimática, aislante térmico, balance térmico.

ABSTRACT

The general objective of this research is to evaluate the thermal comfort of earthquake-resistant rural dwellings built by the National Rural Housing Program, Juliaca, Puno - 2022. The research method is of an applied type of non-experimental design and explanatory level, the sample It consists of 3 houses located in the community of Jatun Jallpa, Juliaca, its development consisted of determining the characteristics and their fixed parameters of these houses through a visual inspection, environmental monitoring was carried out to obtain meteorological parameters and thus carry out the thermal balance of the elements of the envelope to give an improvement strategy to reach optimal thermal comfort. The result was that these 3 houses do not have thermal comfort because their internal temperature is 13.8°C, 12.3°C and 12.2°C respectively, in conclusion the thermal balance of these 3 houses was carried out and a result was obtained. negative with heat losses of -16554.56 Watt Hour/day, -14969.75 Watt. Hour/day and -16202.17 Watt. Hour/day for this purpose an improvement strategy was made by adding insulating materials to the elements of the envelope and thus reach thermal comfort guaranteeing a temperature of 17°C.

Keywords: thermal comfort, bioclimatic housing, thermal insulation, thermal balance.

I. INTRODUCCIÓN

En la sierra peruana las zonas altoandinas son golpeadas por las bajas temperaturas en periodos de friaje ubicadas generalmente a más de 3000 m.s.n.m. que causan enfermedades respiratorias, según reporte de la INEI señala que la población debido a su condición socioeconómica no puede tener una vivienda adecuada y falta de conocimiento para el aprovechamiento de la energía solar.

por tal sentido, el PNVR del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento vienen mejorando y ejecutando viviendas rurales para la población en situación de pobreza y pobreza extrema, en el periodo 2019 - 2021 ejecutaron 3617 viviendas en la región de Puno, con el objetivo de darlas una mejor calidad de vida con la implementación de módulos utilizando materiales como la tierra, concreto y madera mediante diseños bioclimáticos orientados a dar confort térmico y seguridad sismorresistentes.

Hoy en día los pobladores que habitan en estas viviendas indican que no cumple con el confort térmico por tal sentido se requiere una evaluación eficiente para poder mejorar su temperatura interna mediante el aprovechamiento de los recursos disponibles como la radiación solar, la lluvia, la vegetación y el viento para obtener un espacio seguro y saludable para las personas que la habitan.

De acuerdo a la problemática se formula lo siguiente: **problema general:** ¿Cuál es el confort térmico de viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural, Juliaca, Puno - 2022? Como **problemas específicos:** **P.E.1.** ¿Cuáles son los parámetros fijos de la infraestructura de las viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural, Juliaca, Puno - 2022? **P.E.2.** ¿Cuáles son los factores meteorológicos de las viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural, Juliaca, Puno - 2022? **P.E.3.** ¿Cuál es el balance térmico de las viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural, Juliaca, Puno - 2022? **P.E.4.** ¿Cuál es la estrategia de mejoramiento de las viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural, Juliaca, Puno - 2022?

La justificación del presente trabajo de investigación es: **teórica**, contribuir sobre los parámetros fijos de la infraestructura con una estrategia de mejora de las viviendas rurales sismorresistentes mediante una evaluación del confort térmico. **Social**, contribuir a la población del centro poblado Jatun Jallpa y Irupata – Juliaca – San Román, con una estrategia de mejoramiento mediante una evaluación del confort térmico para reducir bajas temperaturas al interior de las viviendas para obtener espacios seguros y una calidad de vida adecuada.

El **objetivo general** del presente trabajo de investigación es: Evaluar el confort térmico de viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural, Juliaca, Puno - 2022. Como **objetivos específicos** tenemos: **O.E.1.** Determinar los parámetros fijos de la infraestructura de las viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural, Juliaca, Puno - 2022. **O.E.2.** Determinar los factores meteorológicos de las viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural, Juliaca, Puno - 2022. **O.E.3.** Determinar el balance térmico de las viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural, Juliaca, Puno - 2022. **O.E.4.** Determinar la estrategia de mejoramiento de las viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural, Juliaca, Puno - 2022.

La **hipótesis general** del presente trabajo de investigación es: Las viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural, Juliaca, Puno 2022. tendrán un bajo confort térmico. Como **hipótesis específicas** tenemos: **H.E.1.** Las viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural, Juliaca, Puno 2022 tendrán parámetros fijos deficientes **H.E.2.** las viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural, Juliaca, Puno 2022 tendrán factores meteorológicos muy variables de acuerdo a la estación del año. **H.E.3.** las viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural, Juliaca, Puno 2022 su balance térmico será negativo. **H.E.4.** las viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural, Juliaca, Puno 2022 la estrategia de mejoramiento permitirá un confort térmico adecuado al entorno.

II. MARCO TEÓRICO

BASES TEÓRICAS

Sistemas Bioclimáticos

sistema pasivo

son sistemas utilizados dentro del diseño arquitectónico de un edificio con el objetivo de lograr el confort climático de los usuarios, no necesitan recurrir a la energía eléctrica, sino de otros tipos de energía, conocidas como energías limpias y renovables: solar, eólica y natural. sistemas de ventilación y dispositivos de protección solar.(Barranco Arebalo, 2015)

Se basan en la inspección de las variables climáticas dentro de los edificios mediante el uso racional de las formas y materiales utilizados en la arquitectura, centrándose principalmente en la radiación solar, facilitando o limitando su impacto y utilizando el aislamiento y la inercia térmica del material como protección, amortiguación y control del calor. La selección de vidrios y materiales de construcción para pisos, cerramientos, losas y estructuras es una condición para lograr resultados predeterminados.(Conforme Zambrano & Castro Mero, 2020)

sistema activo

Comúnmente conocidos como sistemas de acondicionamiento mecánico, que requieren el uso de energía eléctrica para su funcionamiento.(Barranco Arebalo, 2015)

parámetros fijos de la infraestructura de una vivienda

El estudio se centró en el efecto de diferentes materiales de techo para simular la eficiencia térmica de los techos ventilados en climas cálidos y húmedos. Dado que el objetivo del estudio se basa en el estudio de la cubierta, es necesario definir ciertos parámetros para minimizar el cálculo de variables y así obtener los resultados más satisfactorios posibles. Para ello, definimos varios parámetros, como por ejemplo:(Guimarães Mercon, 2008)

- Tipo de edificación: dimensiones y volúmenes
- Materiales de construcción: paredes, pisos y aberturas
- Ubicación de la edificación: latitud, longitud y altitud
- Orientación de la edificación: eje de planta
- Datos climáticos: temperatura, humedad; Dirección y velocidad del viento; radiación solar.

factores que determinan el confort térmico

Esta categorización se hace desde la perspectiva del diseñador del espacio. Los parámetros son variables establecidas por el diseñador, y los factores son variables que son independientes del diseñador pero que dependen de las condiciones atmosféricas del espacio posteriores al lanzamiento de ubicación y características del usuario.(Chávez de Valle, 2002)

en la tabla 90 del anexo 5, se encuentra la tabla de los factores y parámetros que determinan el confort térmico.

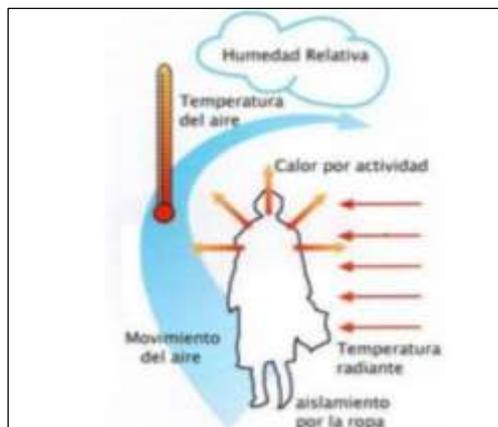


Figura 1. Factores y parámetros que afectan el confort térmico

Fuente: (de León Estrada, 2011)

temperatura exterior del aire

la temperatura exterior del aire es un factor muy importante porque se relaciona directamente en la valoración de la temperatura interior del ambiente en el transcurso del día y la noche. la temperatura exterior tendrá un patrón de oscilación con respecto a la temperatura interior, en donde la curva de temperatura interior se

asemeja a una recta que a la típica curva de oscilación de temperatura exterior. (Chávez de Valle, 2002)

humedad relativa

la humedad relativa es un factor influyente en varios fenómenos, como la tasa de evaporación del sudor, que genera el cuerpo humano para dispersar el calor, ya que, a menor humedad en el ambiente, mayor es la velocidad de evaporación del sudor y por tanto mayor la pérdida de calor por evaporación del cuerpo. (Chávez de Valle, 2002)

consiste este factor en las pérdidas de calor por evaporación de transpiración y respiración de las personas. (de León Estrada, 2011)

temperatura radiante

existen variedades de fuentes radiantes de calor, la principal y directa es el sol, y otras secundarias o indirectas son las paredes y pisos de la vivienda ya que el calor que irradian lo han obtenido del sol, fuentes radiantes que el hombre creó como son las estufas, radiadores, chimeneas y otras fuentes que indirectamente emiten calor son las lámparas y aparatos domésticos (Chávez de Valle, 2002)

velocidad del viento

Este factor influye en la disipación del calor por convección, en la velocidad de evaporación del sudor y transpiración del cuerpo humano. (de León Estrada, 2011)

El movimiento del aire juega un papel muy importante para definir la zona de confort térmico ya que el intercambio de calor de la superficie de la piel de la persona con el aire es primordial. Este fenómeno se lleva a cabo por el contacto de la piel o la vestimenta de la persona con el aire, esto genera un intercambio de calor por conducción, pero si el aire circundante se encuentra en reposo cuando absorbe el calor suficiente para que su temperatura se aproxime a la de la piel, la transferencia del calor disminuye considerablemente. (Chávez de Valle, 2002)

mecanismo del intercambio térmico en los edificios

El autor (Koenigsberger et al., 1977) considera que el efecto climático en el hombre es un factor muy importante en donde la tarea del proyectista consiste en crear el mejor clima interior en relación a las condiciones exteriores, debe esforzarse en conseguir un confort óptimo que pueda definirse como la sensación de bienestar completa física y mental.

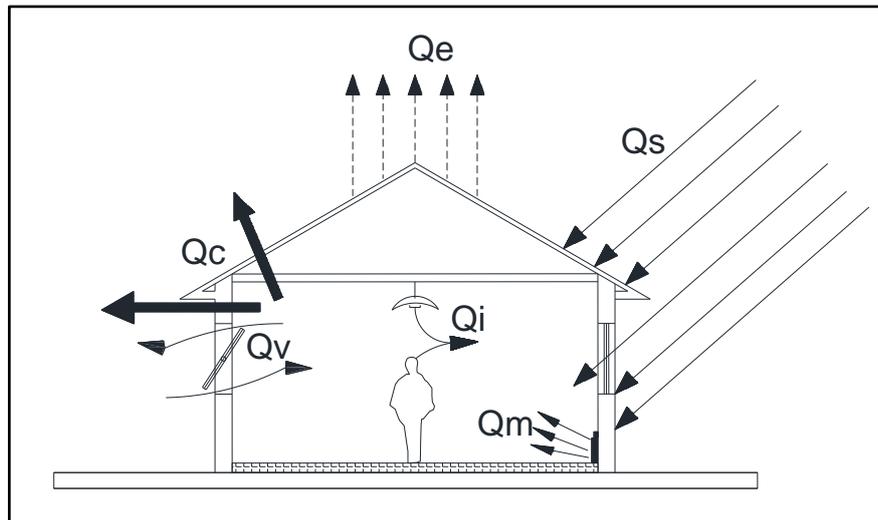


Figura 2. Intercambio calorífico de un edificio

Fuente:(Koenigsberger et al., 1977)

Para asegurar el confort térmico de la vivienda, el balance térmico existente se expresa como:

$$Q_i + Q_s \pm Q_c \pm Q_v \pm Q_m - Q_e = 0 \quad \dots\dots\dots (\text{ecuación 1})$$

Dónde:

Q_i = Ganancia interna de calor

Q_s = Calor por radiación solar

Q_c = Calor por conducción

Q_v = Calor por convección

Q_m = Calor por controles mecánicos

Q_e = Calor por evaporación

El autor (Koenigsberger et al., 1977) indica que si la suma de esta ecuación es menor que cero (negativo) la vivienda se enfriaría y si es mayor que cero, la

temperatura de la vivienda aumenta y si el saldo final es cero se dice que el balance térmico entre la persona y su entorno está en equilibrio.

ganancia interna de calor (Q_i)

La acumulación de calor interno es causada por el calor emitido por el cuerpo humano, las lámparas o los dispositivos que requieren energía eléctrica para su funcionamiento, que se libera en forma de calor. (Koenigsberger et al., 1977)

La emisión de calor del cuerpo humano en una casa es el aporte de calor al edificio, se debe elegir la tasa de emisión de calor adecuada, multiplicada por el número de personas que viven allí, y el resultado se da en vatios. (Koenigsberger et al., 1977)

En la tabla 78 en el anexo 5, se menciona el cuadro de desprendimiento de calor producido por el hombre y en la tabla 79 del anexo 5, se aprecia la potencia de artefactos en viviendas.

La cantidad de calor emitida por los artefactos eléctricos deben considerarse como aporte interno de calor. La gran parte de la energía utilizada por estos artefactos se emite en forma de calor en donde el 95% para lámparas incandescentes y el 79% para los fluorescentes y el área emitida como luz en la superficie se transforma en calor cuando las lámparas del edificio se encuentran encendidas y se expresa en watt. (Koenigsberger et al., 1977)

calor por radiación (Q_s)

Según el autor (Koenigsberger et al., 1977) Se conoce la intensidad de la radiación solar (I) mediante la incidencia del calor en el espacio del campo de acción de la ventana expresada como densidad de flujo energético (W/m^2), en donde se obtendrá multiplicando el campo de acción del hueco (m^2) para retener el flujo calorífico en vatios.

Para ventanas con cristales se tiene un factor de reducción que es la ganancia solar (θ) que dependerá de la calidad del material del cristal y del ángulo de intersección con el plano de la ventana. (Koenigsberger et al., 1977)

el autor (Koenigsberger et al., 1977) establece la ecuación para su cálculo.

$$Q_s = A \times I \times \theta \times t \quad \dots\dots\dots (\text{ecuación 2})$$

Dónde:

Q_s : Radiación solar a través del vidrio, (watt. Hora /día)

A : Área, en (m^2)

I : Densidad de flujo calorífico, (watt/ m^2)

θ : Factor de ganancia solar del cristal, (%)

T : Tiempo, (horas)

En la tabla 83 del anexo 5 se presenta los valores del factor de ganancia solar de cristales de ventana.

calor por conducción (Q_c)

Según el autor (Enrique Gonzalo, 2003) Resulta del proceso de conducción de calor a través de materiales sólidos, líquidos o gases por excitación molecular de moléculas continuas. El calor fluye de un lugar más caliente a un lugar más frío o viceversa.

según el autor (Koenigsberger et al., 1977) El flujo ocurre en un área determinada, como paredes, techos, puertas, ventanas, pisos, etc., y se expresa mediante la siguiente fórmula cuando las temperaturas exterior e interior son constantes.

$$Q_c = A \times U \times \Delta T \quad \dots\dots\dots (\text{ecuación 3})$$

Dónde:

Q_c : Medida del flujo por conducción, (Watt)

A : Área, (m^2)

U : Transmitancia, (Watt/ m^2 °C)

ΔT : Diferencia de temperaturas, (°C)

Según el autor (Hertz, 1981) Se dice que la pérdida de calor por conducción debido a la diferencia de temperatura dentro y fuera de la casa representa la mayor parte de la pérdida total de calor.

Transmitancia térmica (U): El coeficiente de transferencia de calor es el flujo de calor a través de una unidad de área de un componente sometido a una diferencia de temperatura de 1°C entre el interior y los lados del componente. se calcula como:(Enrique Azqueta, 2014)

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_{si}+R_1+R_c+R_2+R_3+R_{se}} \quad \dots\dots\dots \text{(ecuación 4)}$$

Dónde:

- U : transmitancia en W/m²°C
- R_t : resistencia total m²°C/W
- R_{si} : resistencia superficial interior m²°C/W
- R_{se} : resistencia superficial exterior m²°C/W
- R_c : resistencia de cámara de aire m²°C/W
- R₁, R₂, R₃ : resistencia del cuerpo m²°C/W

Resistencia (R): La resistencia térmica es una característica de las capas del material, de los elementos constructivos, de la superficie y de la cámara de aire, y se calcula el cociente entre el espesor (e) y la conductividad térmica (k), su unidad es m² °C/ W. (Enrique Azqueta, 2014)

$$R = \frac{e}{k} \quad \dots\dots\dots \text{(ecuación 5)}$$

- R : Resistencia m²°C/W
- e : espesor m
- 1/k : Resistividad, en m °C/W, donde k es conductividad del material en W /m °C

Los valores de k se encuentran en las tablas 86, 87, 88 y 89 del anexo 5 de esta investigación.

Los valores de R_c se encuentran en la tabla 84 y 85 del anexo 5 de esta investigación.

Los valores de R_{si} y R_{se} se ubican en la tabla 81 y 82 del anexo 5 de la investigación.

calor por convección (Q_v)

este flujo se manifiesta entre el aire interior y el aire exterior de la vivienda y va depender de la ventilación por el intercambio del aire. este proceso se da debido a una infiltración involuntaria de aire o una ventilación intencionada y se expresa en m³/s. (Koenigsberger et al., 1977). En donde formula una ecuación para su cálculo:

$$Q_v = 1300 \times V \times \Delta T \quad \dots\dots\dots (\text{ecuación 6})$$

Dónde:

Q_v : Medida del flujo por calorífico de ventilación, (watt)

1300 : calor específico volumétrico del aire, (J/m³ °C)

V : Ventilación, (m³/s)

ΔT : Diferencia de temperaturas, (°C)

Si se da el número de renovaciones de aire por hora (N) la ventilación se halla por:

$$V = \frac{N \times \text{volumen de la habitacion}}{3600} \quad \dots\dots\dots (\text{ecuación 7})$$

N : Número de renovaciones de aire por hora (ver anexo 5, tabla 80)

3600 : Número de segundos de una hora

El número de cambios horarios (N) es un valor asignado para el cálculo, en base a las características de los locales en relación a los vanos, donde pueden existir infiltraciones de ventilación por puertas y/o ventanas. (Koenigsberger et al., 1977).

calor por controles mecánicos (Q_m)

el autor (Koenigsberger et al., 1977) afirma que el flujo de calor de los controles mecánicos puede verse influenciado por fuentes externas y la voluntad del diseñador y controlarse conscientemente como el calentamiento o enfriamiento mediante sistemas de calefacción y refrigeración.

calor por evaporación (Q_e)

el autor (Koenigsberger et al., 1977) indica que la tasa de enfriamiento por evaporación se puede calcular solo si se conoce la propia tasa de evaporación si esta se expresa en kg/h, el cálculo de la tasa de evaporación es una labor más difícil y en raras ocasiones se puede llevar a cabo con cierto grado de exactitud

(excepto bajo condiciones controladas mecánicamente) ya que depende de las variables como: humedad disponible, humedad del aire, temperatura de la propia humedad y del aire y velocidad de movimiento del aire.

Dichos cálculos requieren el conocimiento de la tasa de evaporación medida en condiciones controladas mecánicamente. Los autores explican que las pérdidas de calor por evaporación normalmente no se tienen en cuenta en los cálculos, a excepción de los equipos mecánicos. (Koenigsberger et al., 1977)

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Arquitectura Bioclimática

Consiste en que el área interior de la vivienda tenga condiciones climáticas adecuadas, utilizando los recursos disponibles como el sol, la lluvia, vientos y la vegetación para minimizar los impactos ambientales y el consumo de energía. (Trujillo P. et al., 2010)

tiene como objetivo el uso adecuado de la energía y el uso de fuentes renovables con el fin de obtener una nueva forma de hábitat, tipo de vida y de sociedad, que se adecuen al sitio y al clima, utilizando preferentemente tecnologías y procedimientos que no afecten a los bienes naturales a largo plazo que la sociedad posee. (Enrique Gonzalo, 2003)

es una infraestructura que tiene como objetivo adaptarse a las circunstancias climáticas de la zona, con el fin de lograr las mejores condiciones de confort en el interior de la vivienda, con un limitado apoyo de fuentes de energía secundaria. (Rayter Arnao, 2008)

confort térmico

Es un índice de adaptabilidad pasiva de una edificación que debe tener un promedio de 64% con mayor tiempo de calentamiento que enfriamiento en el uso del periodo de tiempo de estudio. En los periodos de friaje el porcentaje de incomodidad alcanza el 30%, un promedio de 28% y en temporadas de verano un máximo de 35%. (Peña Barrera, 2015)

Los factores ambientales juegan un papel importante en la interacción entre el cuerpo humano y el medio ambiente para que el ser humano que lo habita no sienta sensación de frío ni calor frente a las variaciones ambientales externas. (de León Estrada, 2011)

vivienda rural

son estructuras que son considerados como un sistema cuyos componentes básicos son: campo de acción de vivienda, campo de acción de corral, los centros de servicios a las personas, áreas de argumento campesino y los bienes de comunicación. Estos componentes pueden agruparse de acuerdo a dos modelos básicos: viviendas dispersas y viviendas agrupadas en pueblos. (Mora, 1970)

La vivienda rural puede entenderse como un espacio construido con fines residenciales ubicado en zonas rurales, que interactúa con el entorno natural y comunitario. Además, la condición de lo rural está ligada a lógicas de producción y subsistencia estrictamente ligadas al medio natural, en escenarios de empleo disperso. (MVCS (ministerio de vivienda, construcción y saneamiento), 2021)

aislante térmico

El aislamiento térmico es un material que puede resistir el paso del calor por conducción, convección y radiación y es valorado por sus propiedades aislantes. La mayoría de ellos consisten en gases (más del 90%) contenidos en sólidos que forman pequeños espacios e impiden su movimiento. Algunas de las propiedades deseables que se pueden considerar son la resistencia a la intemperie, la resistencia mecánica, la formación de barreras de vapor, la resistencia a la tensión mecánica, el fuego y la autoextinción. (Garza Alejandro, 2016)

balance térmico

El principio de conservación de energía, o balance de energía, de un sistema que experimenta un proceso se puede expresar como: El cambio neto (aumento o disminución) en la energía total del sistema durante un proceso es la energía total que ingresa al desarrollo de este proceso y toda la energía que sale del desarrollo de este proceso. (Yunus A., 2007)

ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Antecedentes Internacionales

- según (Carvajal Cañas & Valencia Antonio, 2020) en su tesis de **título** “*Evaluación del confort térmico en la vivienda rural existente en Colombia*” trabajo de tesis para optar al título de Arquitecto presentada en la Facultad de Arquitectura de la Universidad la Gran Colombia. En sus **conclusiones** menciona que cada lugar de estudio se comporta de una forma diferente a la otra frente al confort, en la evaluación se obtuvo un calentamiento excesivo dentro de la vivienda que oscilaban entre los 27 °C a los 32°C los cuales no son adecuadas para un hábitat pudiendo forzar a salir de la vivienda a las personas que lo habitan.

Antecedentes Nacionales

- Según (Umán Juárez, 2019) en su tesis de **título** “*Estrategias de climatización pasiva y confort térmico en la vivienda de adobe en la zona rural de Anta - Cusco, 2017.*” trabajo de Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Arquitectura y Sostenibilidad presentada en la Escuela de posgrado de la Universidad Ricardo Palma,. en sus **conclusiones** Encontramos que el 11.30% de la capacidad de pérdida de calor en la casa es generada por ventilación. Esto se debe a la convección hasta un 48,40% debido a la presencia de aberturas, pérdidas por conducción y la baja capacidad del material de construcción para almacenar calor. transferir calor El 40,2 % del tiempo se desperdició con el flujo de zona a zona debido a la facilidad de transferencia de calor desde el interior hacia el exterior.
- Según (Poma Bernaola, 2020) en su tesis de título “*propuesta de arquitectura bioclimática aplicada a viviendas unifamiliar para mejorar el confort térmico de sus habitantes en el distrito de pucará*” trabajo de tesis para optar el grado académico de doctora en ciencias ambientales y desarrollo sostenible presentada en la unidad de posgrado de la facultad de ciencias forestales y del ambiente de la Universidad Nacional del Centro del Perú. en sus **conclusiones**: Señala que los resultados de la propuesta de vivienda encontraron que los cuatro ambientes analizados (dormitorio, cocina, habitación doble y dormitorio

lateral) dedicaron el 84% del tiempo en un año a la comodidad y 16% de la jornada laboral anual al discomfort.

➤ **Antecedentes Locales**

- Según (de la Cruz Anccori, 2021) en su tesis de título “*vivienda rural bioclimática en el Distrito de Nuñoa-Melgar-Puno*” trabajo de tesis para optar el título profesional de arquitecto presentada en la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional del Altiplano, en sus **conclusiones** Dice que los materiales adecuados para construir una vivienda bioclimática son: : paredes de adobe revocadas con yeso, Para el piso necesitarás tierra compactada, polipropileno, lana, Kesana Tora y madera para Machinblado. En techos, cerchas de madera, lana y calamina. En cielo raso, baldosa y lana. Ventanas modulares con vidrio de 3 mm y madera contrachapada. Puertas con entramado de madera, cámaras de aire y madera, instalaciones sanitarias con arrastre hidráulico (biofermentación) e instalaciones eléctricas con módulos fotovoltaicos.
- Según (Cuellar Cajahuaringa, 2017) en su tesis de título “*estudio para el acondicionamiento térmico de viviendas sometidas a heladas. caso: Centro Poblado de Santa Rosa (Puno)*” trabajo de tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrícola presentada en la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional Agraria la Molina. en sus **conclusiones** Menciona que el módulo habitacional local presenta mayores pérdidas de calor que el módulo habitacional PNVR, ambos no alcanzaron el confort térmico requerido, donde solo se destaca el muro de adobe y mortero de barro. La propuesta de mejora de viviendas del PNVR ha conseguido un colchón térmico medio de 10 °C en horas críticas de bajas temperaturas.

III. METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Tipo de investigación:

Según el autor (Borja Suarez, 2016) explica que los proyectos de ingeniería civil en sus diferentes ámbitos o ramas las investigaciones son de **tipo aplicada** por el uso de conocimientos previos y posteriormente la aplicación para dar una solución al problema.

El presente proyecto de investigación es de tipo aplicada por que tiene el objetivo de dar solución a una problemática identificada, por tal sentido será necesario identificar el estado en que se encuentra la vivienda mediante estudios de monitoreo de factores hidrometeorológicos y se basará en sus resultados.

Diseño de la investigación:

(Carrasco Diaz, 2005), el **diseño es no experimental**, Esto se debe a que las variables independientes no fueron alteradas intencionalmente y no existe un grupo de control y mucho menos un grupo experimental. Después de observar los fenómenos en el contexto de la naturaleza, analizamos y estudiamos hechos y fenómenos de la vida real.

Nivel de investigación

el nivel de investigación es explicativo según el autor (Carrasco Diaz, 2005), En este nivel, el investigador conoce y revela las causas o factores que propiciaron o condicionaron la existencia y naturaleza de los hechos o fenómenos objeto de estudio. Asimismo, examina las interrelaciones reciprocas y concatenada de todos los hechos de la realidad, tratando de dar explicaciones objetivas, realistas y científicas a lo desconocido.

Enfoque de la investigación.

(Hernandez Sampieri et al., 2014), **El enfoque de investigación es cuantitativo**, ya que utiliza la recopilación de datos para probar hipótesis e identificar patrones

de comportamiento para probar teorías basadas en mediciones numéricas y análisis estadísticos.

3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

VARIABLE INDEPENDIENTE

- viviendas rurales sismorresistentes

Dimensiones:

➤ elementos arquitectónicos

VARIABLE DEPENDIENTE

- confort térmico

Dimensiones:

➤ Parámetros fijos De la infraestructura

➤ Factores meteorológicos

➤ Balance térmico

➤ Estrategia de mejoramiento

En el anexo 1 se encuentra la tabla de operacionalización de variables.

3.3. POBLACION, MUESTRA Y MUESTREO

Población:

Según el autor (Alfaro Rodríguez, 2011) indica que es un conjunto de elementos (unidades de análisis) pertenecientes al dominio espacial en el que se desarrolla el trabajo de investigación. La población de esta investigación lo conforman 39 viviendas rurales sismorresistentes construidas por el PNVR ubicadas en los centros poblados ladrillera Miraflores, Ayagachi, Jatun Jallpa y Irupata del distrito de Juliaca, provincia de San Román, departamento de Puno.

Muestra:

Según el autor (Hernandez Sampieri et al., 2010) indica que es un subconjunto de la población. Esto significa que realmente refleja a toda la población. La muestra de la investigación está conformada por 3 viviendas rurales bioclimáticas - sismorresistentes construidas por el PNVR y están ubicadas en el centro poblado Jatun Jallpa del distrito de Juliaca.

Muestreo:

El tipo de muestreo que se aplicó en esta investigación es no probabilístico Según el autor (Hernandez Sampieri et al., 2010) se denominan muestras directas y requieren un proceso de selección informal. En este tipo de muestreo, la selección de casos no depende de que todos los casos tengan la misma posibilidad de ser seleccionados, sino de las decisiones de los investigadores o grupos de personas que recolectan datos de manera cuidadosamente controlada para seleccionar un caso específico con características previamente especificadas en el planteamiento del problema.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnica

Para la recolección de información o datos se realizaron un plan de procedimiento y se menciona a continuación las técnicas que serán utilizadas en este proyecto de investigación y son:

- La evaluación visual: identificar el nivel de problema del área de estudio y el reconocimiento del terreno.
- Toma de datos en campo: Se determinaron los parámetros fijos de la infraestructura del área de estudio mediante la medición con un flexómetro.
- monitoreo de factores hidrometeorológicos: Se evaluaron los factores climáticos del área de las viviendas construidas mediante mediciones con equipos como el datalogger y sus accesorios.
- Análisis e interpretación de resultados en gabinete: se realizaron gráficos y tablas estadísticas mediante programas y software, se calculó el balance térmico de estas viviendas y una vez obtenido los resultados se dará una

propuesta o una estrategia de mejora de estas viviendas para que tenga un confort térmico adecuado a la zona.

Instrumentos de recolección de datos.

Para la investigación se emplearon instrumentos de recolección de datos tales como:

- Block de notas: con el objetivo de registrar los datos obtenidos mediante la observación, el conteo y medición de los parámetros fijos de la infraestructura.
- Herramientas y equipos de monitoreo de factores meteorológicos: o llamado resultados de laboratorio, el cual da a conocer los hallazgos del área de estudio entre ellos se utilizaron: cinta métrica, flexómetro, brújula, GPS, cámara fotográfica, datalogger y sus accesorios, laptop.
- Programas o Softwares: hoja de cálculo (Microsoft office, AutoCAD, Revit)
- Normatividad: guías, reglamentos y fichas establecidas con criterios para un diseño de viviendas rurales.

3.5. PROCEDIMIENTOS

El trabajo de campo para evaluar el confort térmico de las viviendas consistió en seis etapas:

la primera etapa se basa en la búsqueda de información

la segunda etapa consiste en la realización de trabajos en campo con la observación de la problemática en la zona de estudio que consistirá en determinar los Parámetros fijos de la vivienda como: dimensiones y volumen, identificar los materiales con los cuales están construidos, la ubicación y altitud y la orientación de la vivienda con respecto al eje de implantación.

La tercera etapa consiste en la realización de trabajos de laboratorio en la obtención de datos climáticos en el interior y exterior de la vivienda mediante instrumentos meteorológicos como la temperatura, humedad; velocidad de viento y radiación solar.

La cuarta etapa consiste en la realización de trabajos en gabinete en la obtención del balance térmico de la vivienda mediante una relación que formula el autor Koenigsberger.

La quinta etapa consiste en el análisis de resultados de los datos obtenidos.

La sexta etapa consiste en dar una propuesta de mejora de estas viviendas para obtener el confort térmico adecuado a la zona de estudio.

3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

La naturaleza del método de análisis de datos está ubicada en el método explicativo. Es por ello, se determinó, analizar cada uno de los parámetros fijos de la vivienda rural sismorresistente mediante el trabajo de laboratorio en la cual consiste en el monitoreo de factores meteorológicos con instrumentos y fichas técnicas que medirán los distintos puntos en lo que se tiene que evaluar el confort térmico.

3.7. ASPECTOS ÉTICOS

En la presente investigación siendo el autor el principal responsable de ejecutar el proyecto de investigación titulada “Evaluación del confort térmico de viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural, Juliaca, Puno - 2022”, declaro que la recolección de datos son reales y con mayor autenticidad, utilizando los medios y fuentes honestas con el fin de tener una información adecuada y veraz para poder cumplir con los objetivos propuestos y dando de esta manera resultados y recomendaciones reales para que a otras personas le sirvan como antecedentes para futuras investigaciones.

IV. RESULTADOS

ZONA DE ESTUDIO

Ubicación

El área de estudio se encuentra en la región de Puno y está ubicada en la zona suroriental de Perú, con una altitud que varía entre 500 m.s.n.m. en la parte amazónica y 5200 m.s.n.m. en las zonas con presencia de cordillera. Por el norte limita con la región de Madre de Dios; por el sur con la región de Tacna; por el este con el País de Bolivia y por el oeste con la región de Arequipa, Cuzco y Moquegua.

la zona de estudio se ubica en:

- **Departamento:** Puno
- **Provincia:** San Román
- **Distrito:** Juliaca
- **Comunidad campesina:**
 - **Nombre:** Jatun Jallpa (Cataorco)



Figura 3. mapa del Perú y la región de puno

Fuente: elaboración propia



Figura 4. mapa de la provincia de San Román
Fuente: elaboración propia



Figura 5. captura de pantalla del área de estudio.
Fuente: Google Earth

RECOLECCIÓN DE LOS PARÁMETROS FIJOS DE LAS VIVIENDAS

Se realizó una inspección visual y se observa que estas viviendas se encuentran en buen estado debido a que se construyó en el año 2021, durante la medición de las dimensiones de la vivienda se observa que en la parte de la cubierta (techo) se encontraron orificios y esto cause el ingreso deliberado de aire como también la pérdida de calor por la ganancia de la radiación solar, como se observa en las figuras del anexo 2.

Tipología del edificio: consta de las dimensiones y espacio de la vivienda.

Dimensiones: las viviendas tienen una dimensión de 6.30 m x 5.25 m, poseen los siguientes componentes: (ver anexo 6 planta de distribución A- 01, cortes A – 02, elevación A – 03 y la tabla 1)

Tabla 1:

Dimensiones de la de la arquitectura de diseño

ARQUITECTURA DE DISEÑO	
cimientos y sobrecimiento.	Cimiento corrido: 0.60x0.60 m de alto en toda la extensión habitacional. Sobrecimientos: 0.40 x 0.30 m de alto.
Muros	Adobes enteros: 0.40x0.40x0.10 m. y medio adobe 0.19x0.40x0.10 m Viga collar de madera: 2"x 3" Tabique con placa de yeso ½". e= 3"
Techo	Tijerales de estructura metálica en forma de V invertida: acero LAC rectangular 40 x 80 x 2 mm Correas: tubo de acero LAC rectangular 40 x 60 x 1.5 mm Cobertura: calamina galvanizada espesor 0.30 mm Cobertura de policarbonato traslucido e=1mm Cumbre de plancha galvanizada e=0.3 mm Voladizo del techo: tiene una inclinación mayor o igual a 18° Poliestireno expandido e= 50mm fijada a correas

Cielo raso	Baldosas vinyl: 0.61 m x 0.61 m e = 6mm Baldosa alveolar translúcida 0.61 m x 0.61 m e= 6mm Ventana cenital (policarbonato alveolar de 6mm) 1.80 x 1.20m
Puertas	Puerta 1: 2.07 x 0.86 m Puerta 2: 2.07 x 0.86 m Puerta 3: 2.07 x 0.75 m
Ventanas	Ventana 1: 0.60 m ancho x 1.10 m alto Ventana 2: 0.89 m ancho x 1.10 m alto
Pisos	Cemento, pulido con ocre, bruñado: espesor =0.10 m Cama de piedra: espesor = 0.15 m
Revoques y/o revestimientos	Revoques de yeso: 1cm Zócalos externos: altura = 0.7 m e= 2 cm
Veredas	Concreto simple: e= 3"
Columna y viga	Columna de madera de 5" x 5" Viga de madera 2" x 4" para apoyo de tijeral ingreso a vivienda

Fuente: propio

Espacio de áreas de uso: la vivienda consta de dos dormitorios, un espacio social, el área tapón y área de sobre cielorraso. El espacio se detallará en la siguiente tabla: (ver anexos 6 planta de distribución A- 01, cortes A – 02, elevación A – 03 y la tabla 2)

Tabla 2:

Volumen de los ambientes de la vivienda

VOLUMEN DE LA ARQUITECTURA DE DISEÑO			
Espacio	Área	Altura	Volumen
Dormitorio 01	5.25 m ²	2.12 m	11.13 m ³
Dormitorio 02	5.77 m ²	2.12 m	12.23 m ³
Espacio social	8.57 m ²	2.12 m	18.17 m ³

Área tapón	1.10 m ²	2.12 m	2.33 m ³
sobre cielorraso			13.06 m ³

Fuente: propio

Materiales constructivos: los materiales empleados en la construcción de estos módulos se pueden observar en las figuras 6,7,8,9,10 y en la tabla 3:

Tabla 3:

Materiales empleados en el proceso constructivo

CARACTERÍSTICAS DE LA PROPUESTA ARQUITECTONICA	
Cimiento corrido sobrecimiento	Mampostería con mezcla de concreto y piedra. Concreto simple
Muros	adobe reforzado con caña carrizo de manera vertical y caña chancada de manera horizontal el asentado de muros se realiza con mortero de barro. Viga de madera montada a lo largo del muro en cuatro lados Tabique con placa de yeso
Piso	Cámara de piedra y cemento pulido bruñado y con ocre en espacio social y dormitorios.
Ventana	marco de aluminio o madera, con contraventana de madera contra placada con triplay y relleno de material aislante. Se usará vidrio transparente de espesor 4 mm sellados con silicona.
Puerta	Las puertas serán de madera. Puede llevar aislamiento en medio de ambos elementos. Las puertas interiores serán del tipo prefabricado o alternativamente podrán ser contra placadas con triplay.
Cobertura	Estructura metálica, conformada por tijerales y correas de tubo de acero LAC rectangular con cobertura de calamina galvanizada, cobertura de policarbonato traslucido, cumbre de plancha galvanizada, Poliestireno expandido fijada a correas.

Cielo raso

baldosas con vinyl y foil de aluminio

Ventana cenital con planchas de policarbonato alveolar translucido

Baldosa alveolar translucida de policarbonato

Fuente: propio



Figura 6. cimiento corrido, sobrecimiento y reforzamiento con caña carrizo

Fuente: fotografía tomada por el autor



Figura 7. Muro de adobe, viga collar de madera y columna de madera.

Fuente: fotografía tomada por el autor



Figura 8. Tijerales, correa metálica y zócalo de cemento
Fuente: fotografía tomada por el autor



Figura 9. Cobertura, canal de drenaje, revestimiento con yeso, y ventanas.
Fuente: fotografía tomada por el autor



Figura 10. Baldosa, ventana cenital, puerta, piso, contra sόcalo de madera.
Fuente: fotografía tomada por el autor

MUESTRA 1: MÓDULO 08 DEL PNVR

Localización del edificio:

Coordenadas UTM: Este: 375255 Norte: 8280626

Altitud: 3845 m.s.n.m.

Orientación del edificio:

De acuerdo a la ubicación de la vivienda, el eje longitudinal del ingreso de la vivienda tiene un azimut 97° y está orientado al sureste.

Según la proyección ortogonal del ciclo del recorrido del sol se analizó el impacto de la radiación solar con respecto a la envolvente de la vivienda, por ende; se tiene dos ventanas de tipo V – 01 en donde uno de ellos está orientado al noreste y el otro al suroeste, se tiene una ventana de tipo V – 02 en donde se orienta al sureste, se tiene dos planchas de policarbonato ondulado transparente en el techo en donde uno de ellos está orientado al noreste y el otro al suroeste.

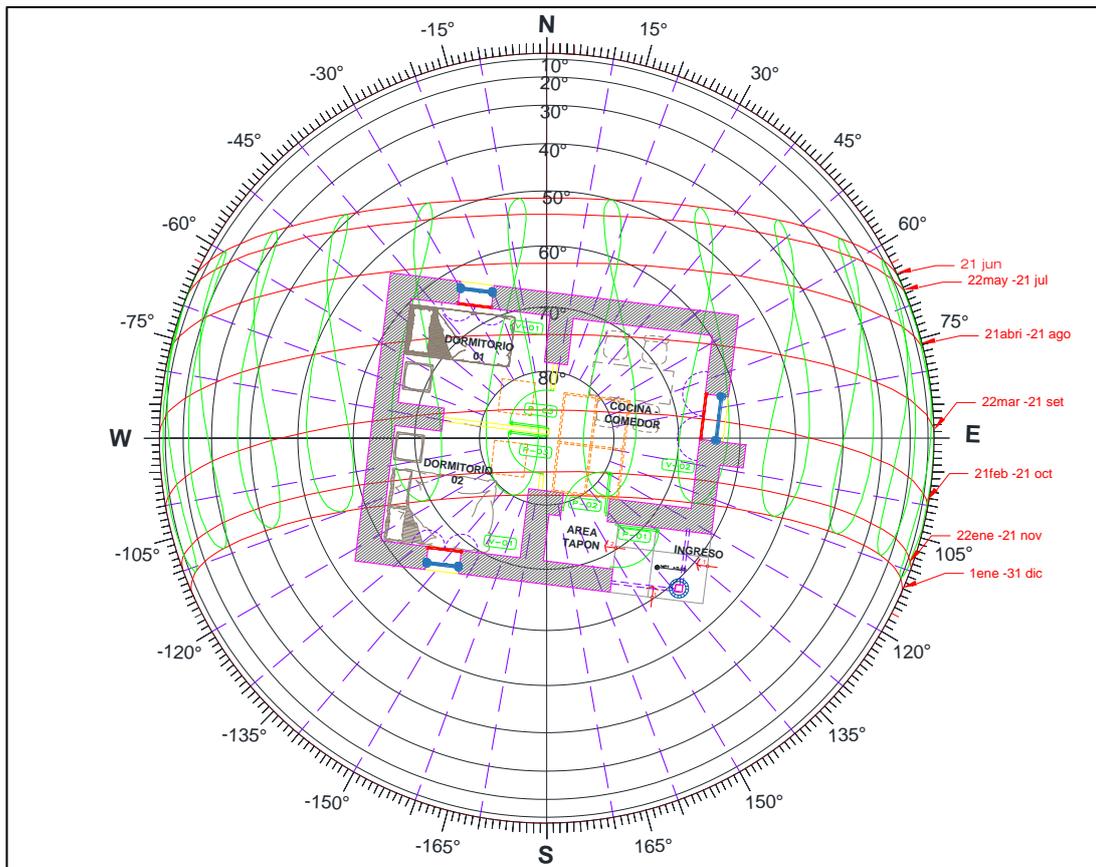


Figura 11. Trayectoria solar 2D y Orientación de la vivienda (muestra 1)

Fuente: elaborado por el autor

MUESTRA 2: MÓDULO 11 DEL PNVR

Localización del edificio:

Coordenadas UTM: Este: 375647 Norte: 8280397

Altitud: 3837 m.s.n.m.

Orientación del edificio:

De acuerdo a la ubicación de la vivienda, el eje longitudinal del ingreso de la vivienda tiene un azimut 15° y está orientado al noreste.

Según la proyección ortogonal del ciclo del recorrido del sol se analizó el impacto de la radiación solar con respecto a la envolvente de la vivienda, por ende; se tiene dos ventanas de tipo V – 01 en donde uno de ellos está orientado al noroeste y el otro al sureste, se tiene una ventana de tipo V – 02 en donde se orienta al noreste, se tiene dos planchas de policarbonato ondulado transparente en el techo uno orientado al noroeste y el otro al sureste.

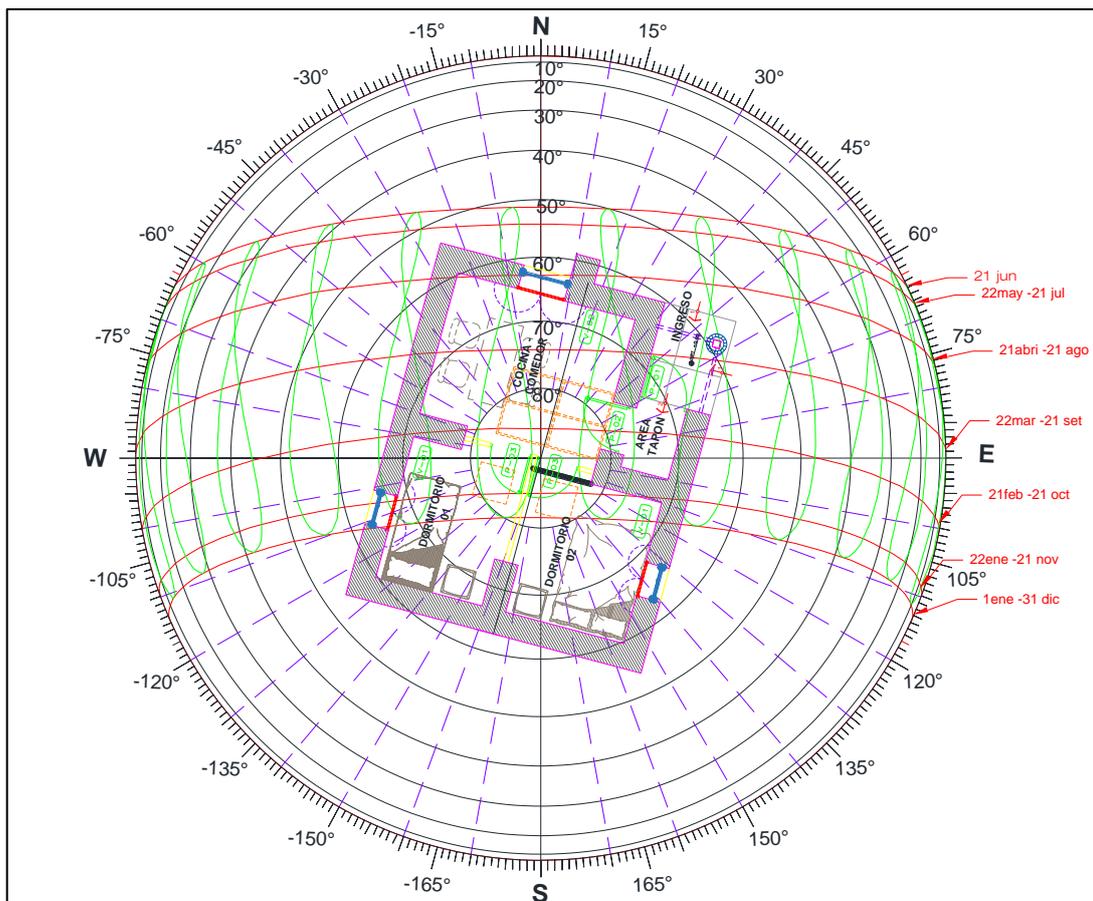


Figura 12. Trayectoria solar 2D y Orientación de la vivienda (muestra 2)

Fuente: elaborado por el autor

MUESTRA 3: MÓDULO 12 DEL PNVR

Localización del edificio:

Coordenadas UTM: Este: 376063 Norte: 8280247

Altitud: 3833 m.s.n.m.

Orientación del edificio:

De acuerdo a la ubicación de la vivienda, el eje longitudinal del ingreso de la vivienda su azimut es 205° y está orientado al suroeste.

Según la proyección ortogonal del ciclo del recorrido del sol se analizó el impacto de la radiación solar con respecto a la envolvente de la vivienda por ende se tiene; se tiene dos ventanas de tipo V – 01 en donde uno de ellos está orientado al noroeste y el otro al sureste, se tiene una ventana de tipo V – 02 en donde se orienta al suroeste, se tiene dos planchas de policarbonato ondulado transparente en el techo en donde uno de ellos está orientado al noroeste y el otro al sureste.

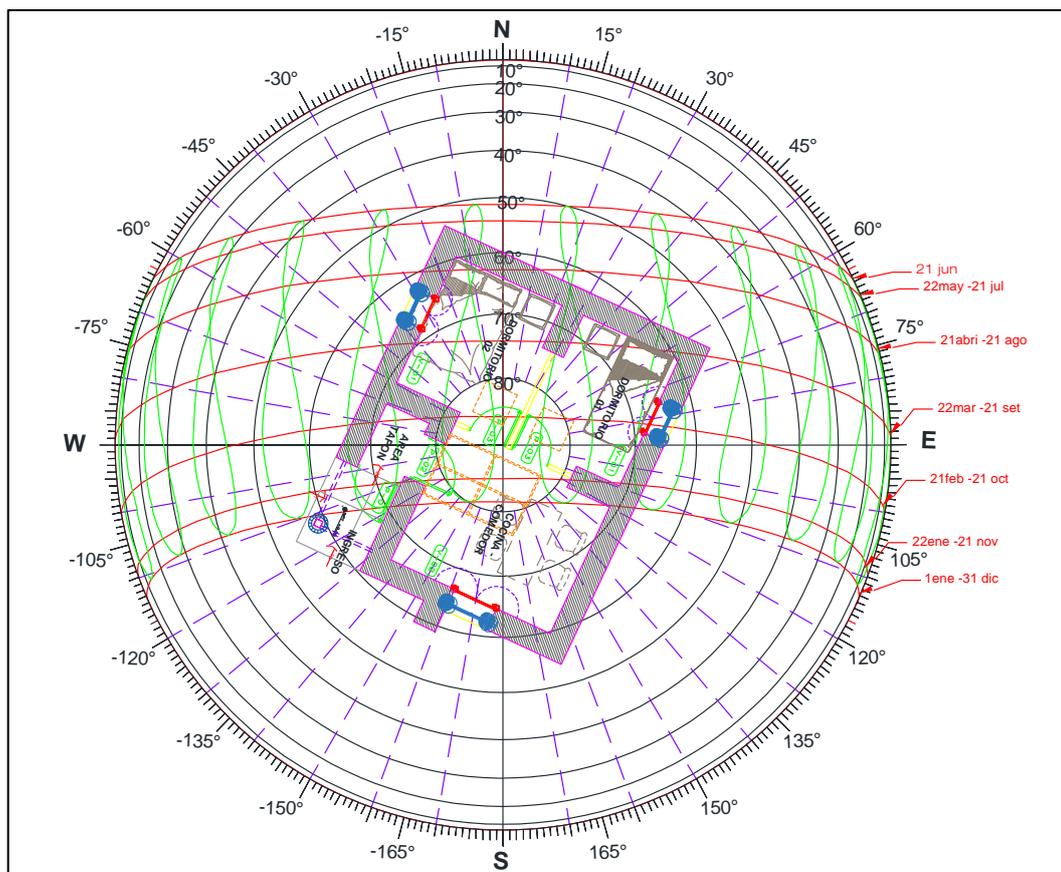


Figura 13. Trayectoria solar 2D y Orientación de la vivienda (muestra 3)

Fuente: elaborado por el autor

PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN DE FACTORES QUE DETERMINAN EL CONFORT TÉRMICO

para el monitoreo de los parámetros meteorológicos se tomó en cuenta el procedimiento y recomendaciones para la instalación y operación de estaciones de monitoreo que da el manual técnico de (Senamhi (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología), 2021). Las mediciones se realizaron por 6 días (9:00 am del 31 de mayo a 6:00 am del 06 junio del 2022), con el equipo datalogger HD33LMT.4 y sus accesorios.

Temperatura interna de la vivienda y humedad relativa:

Para obtener este parámetro se utilizó el sistema de adquisición de datos mediante sus sensores de temperatura y humedad relativa DHT22 por intervalos de 30 segundos durante 6 días. El monitoreo se realizó en 3 puntos en el interior de la vivienda: área tapón, área interior vivienda y espacio sobre cielorraso. Como se observa en el panel fotográfico del anexo 4.

Radiación solar:

Para obtener este parámetro se utilizó el equipo Datalogger HD33LMT.4 que consiste en un sistema de adquisición de datos mediante el registro del albedometro LP PYRA 06 (piranómetro) por intervalos de 30 segundos durante 6 días. El monitoreo se realizó en un solo punto, en la parte superior del techo de la vivienda. Como se observa en el panel fotográfico del anexo 4.

Temperatura externa del ambiente, velocidad y dirección del viento

Este parámetro se obtuvo de la estación meteorológica del Senamhi (estación Illpa) del distrito de Paucarcolla, se solicitó a la entidad para que le brinde al tesista los datos necesarios de los días monitoreados en las viviendas del PNVR en un intervalo de una hora y se observa en el anexo 5, en la tabla 94, 95 y 96.

MUESTRA 1: MÓDULO 08 DEL PNVR

El monitoreo de la muestra 1 corresponde de 9:00 am del día 31 de mayo a 6:00 am del día 2 de junio del 2022, durante el día se tubo presencia de nubes y

presencia de ráfagas de viento, se obtuvieron los resultados mediante la base de datos almacenados en el programa HD35AP-S, se exportaron a Excel para poder procesarlos y se obtuvieron las curvas de cada parámetro, se observa en las figuras 14, 15, 16 y 17. se muestra el resumen de los resultados en la tabla siguiente.

Tabla 4:

Resumen de parámetros obtenidos del monitoreo de la muestra 1

Descripción	interior vivienda	sobre cielorraso	área tapón	exterior vivienda (senamhi)
TEMPERATURA INTERNA DEL AIRE (°C)				
mínima absoluta	11.1	5.9	5.9	-5.1
máxima absoluta	17.1	31.2	14.6	17.0
Promedio	13.8	14.1	9.7	7.3
HUMEDAD RELATIVA (%)				
mínima absoluta	43.1	24.5	37.0	18.0
máxima absoluta	69.6	61.7	75.2	65.0
Promedio	59.2	43.3	54.1	35.5
RADIACION SOLAR (W/m²)				
irradiancia máxima				1106

Fuente: elaborado por el autor

La grafica de la figura 14, se observa las mediciones de temperatura en campo en la que presenta dos picos, máximo y mínimo, y se evidencia la inversión termina de acuerdo a las temperaturas diurnas y nocturnas en las cuales se obtuvieron los siguientes datos: en el interior de la vivienda se tiene un promedio de 13.8°C y una diferencia de temperatura de 6°C, según el reglamento nacional de edificaciones en su norma EM. 110 indica que el confort térmico en viviendas es de 18 °C por tal sentido esta vivienda no llega a su confort térmico, en el sobre cielorraso se tiene una temperatura promedio 14.1°C y una diferencia de temperatura de 25.3°C, se observa en la curva que la subida y caída constante de la temperatura se debe al ingreso deliberado del viento por agujeros que se tiene en la cubierta de la vivienda, en el área tapón se tiene una temperatura promedio de 9.7°C y una diferencia de 8.7 °C, la temperatura en el ambiente exterior se tiene un promedio de 7.3 °C y una diferencia de 22.1 °C.

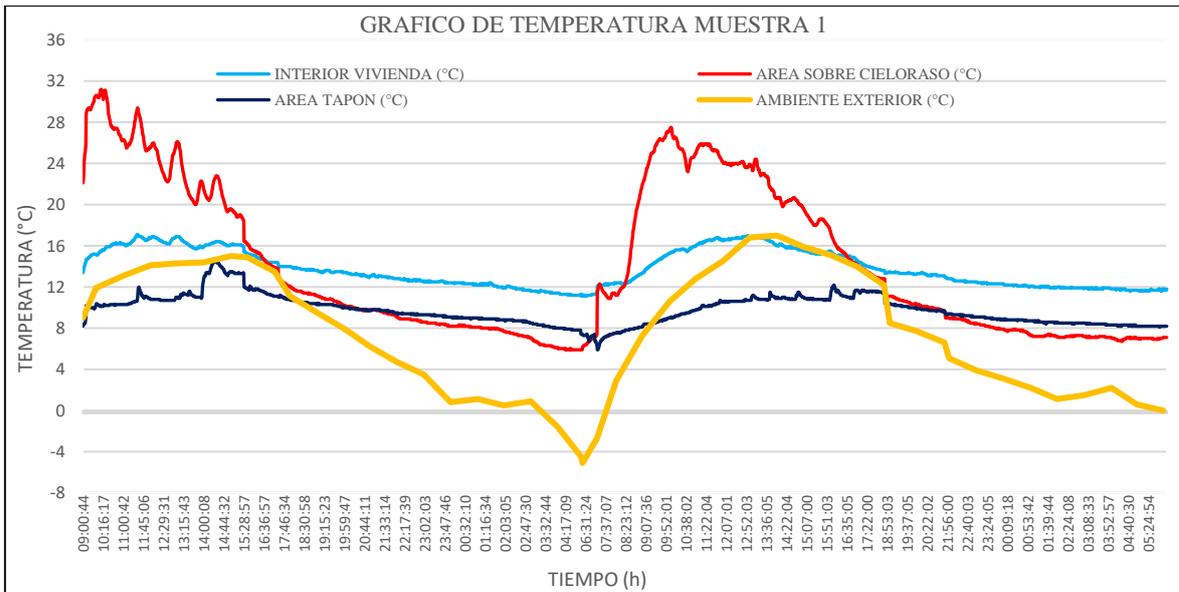


Figura 14. Curva de temperatura (muestra 1)

Fuente: elaborado por el autor

En la figura 15, se observa el gráfico de humedad relativa, se obtuvo los siguientes datos en los puntos de monitoreo: interior vivienda tiene una humedad relativa promedio de 59.2% y una diferencia entre el máximo y mínimo es 26.5%, sobre cielorraso tiene una humedad relativa promedio de 43.3% y una diferencia entre el máximo y mínimo es 37.2%, área tapón tiene una humedad relativa promedio de 54.1% y una diferencia entre el máximo y mínimo es 38.2%, exterior vivienda tiene una humedad relativa promedio de 35.5% y una diferencia entre el máximo y mínimo es 47%.

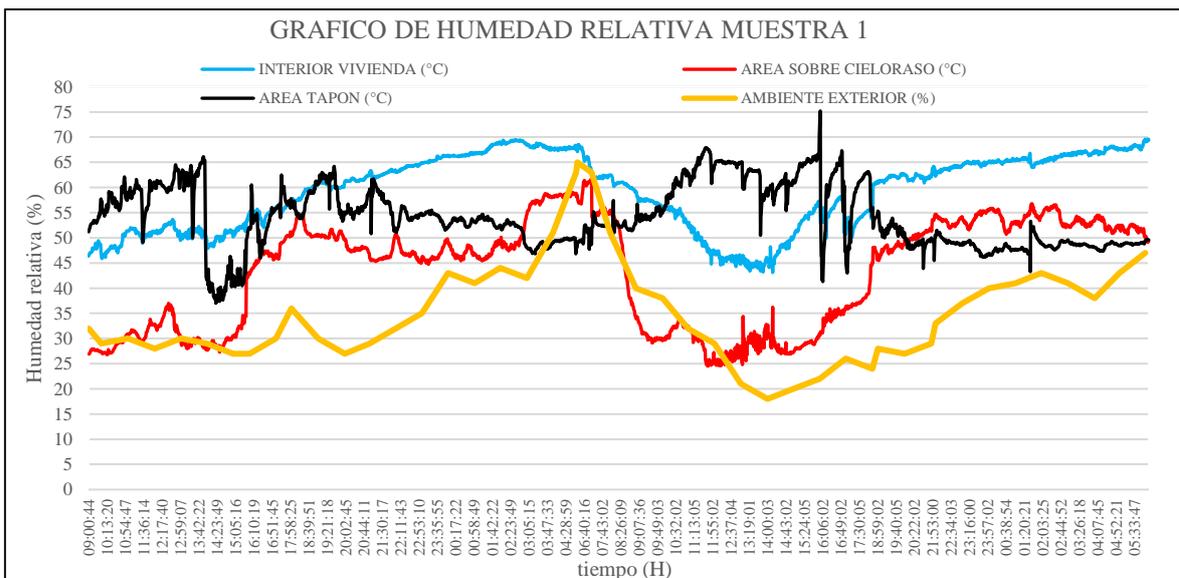


Figura 15. Curva de humedad relativa (muestra 1)

Fuente: elaborado por el autor

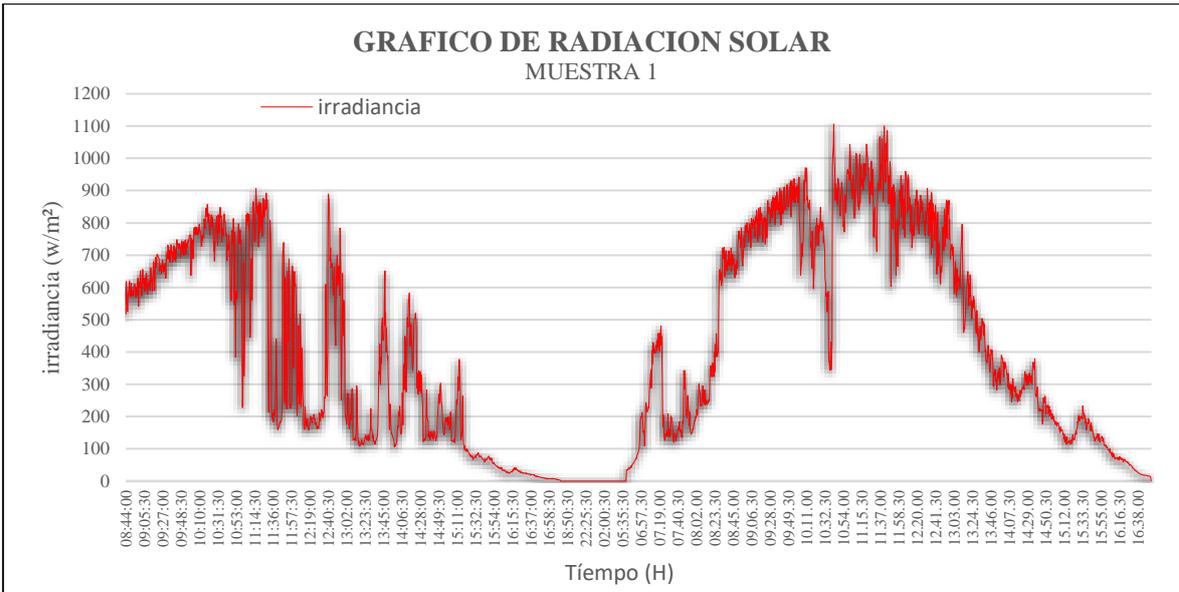


Figura 16. Curva de radiación solar (muestra 1)

Fuente: elaborado por el autor

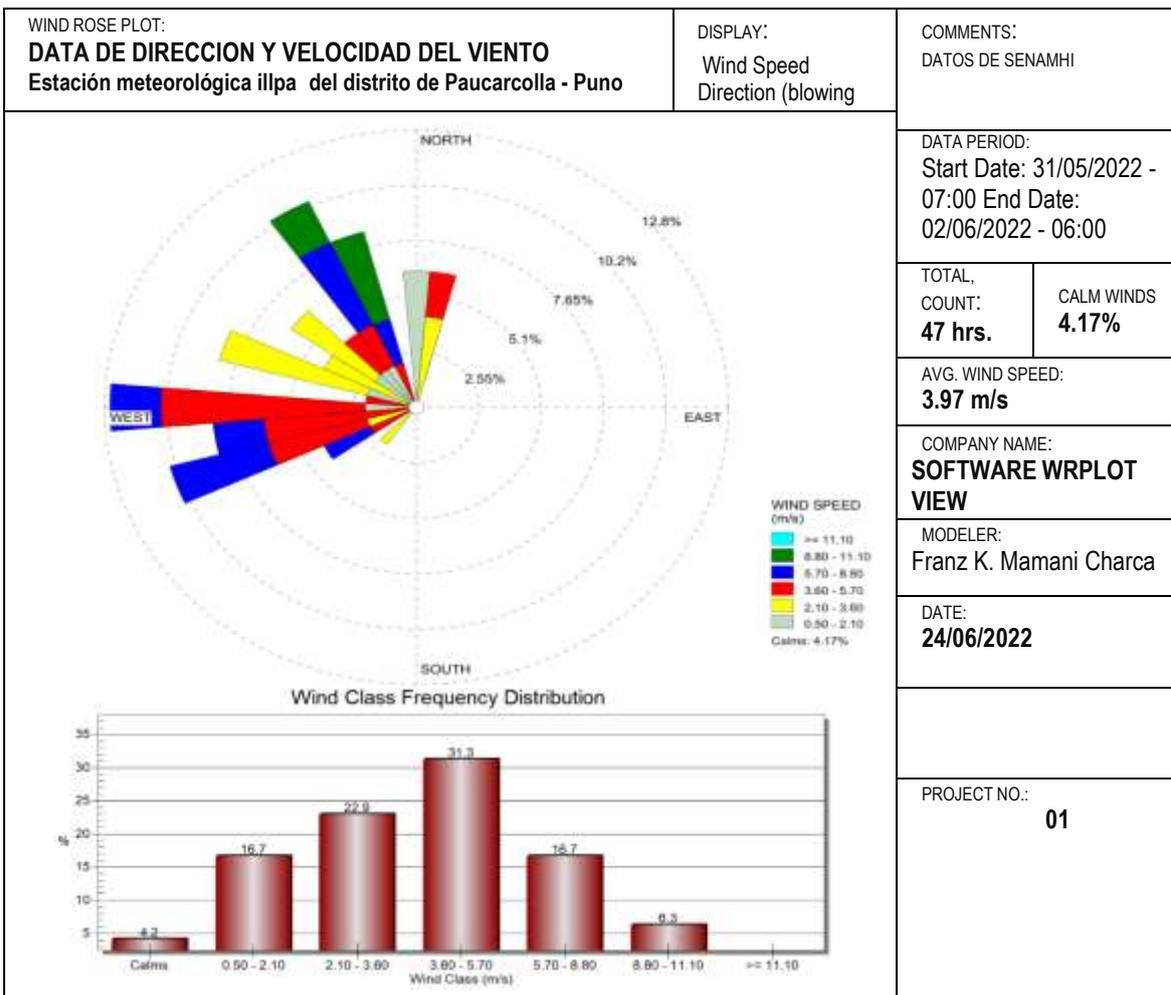


Figura 17. Gráfico de dirección y velocidad del viento (muestra 1)

Fuente: elaborado por el autor

En la figura 16 se observa el gráfico de radiación solar de la muestra 1 en donde se obtuvo un pico máximo de irradiancia 1106 watt/m². Durante los dos días monitoreados se tuvo presencia de nubes, en donde el primer día se tuvo una irradiancia de 3.1 Kwh/m² y el segundo día se tuvo una irradiancia 5.1 Kwh/m².

En la figura 17 se observa el gráfico de la dirección y velocidad del viento de la muestra 1 que es un factor muy importante para la orientación de la vivienda y se tuvo una velocidad promedio de 3.97 m/s, la velocidad predominante con 31.3% es de 3.6 – 5.7 m/s que está orientado al noroeste y suroeste.

MUESTRA 2: MÓDULO 11 DEL PNVR

El monitoreo de la muestra 2 corresponde de 7:00 am del día 02 de mayo a 6:00 am del día 4 de junio del 2022 se obtuvieron las curvas de cada parámetro y se observa en las figuras 18,19, 20 y 21. se muestra el resumen de los resultados en la tabla siguiente.

Tabla 5:

Resumen de parámetros obtenidos del monitoreo de la muestra 2

Descripción	interior vivienda	sobre cielorraso	área tapón	exterior vivienda (senamhi)
TEMPERATURA INTERNA DEL AIRE (°C)				
mínima absoluta	9.9	4.7	6.6	-3.4
máxima absoluta	16.2	39.5	12.9	16.1
Promedio	12.3	13.8	10.3	6.5
HUMEDAD RELATIVA (%)				
mínima absoluta	51.6	24.2	33.0	24.0
máxima absoluta	77.6	75.9	64.9	74.0
Promedio	68.1	58.0	52.4	48.9
RADIACION SOLAR (W/m²)				
irradiancia máxima	1140			

Fuente: elaborado por el autor

La gráfica de la figura 18, se observa las mediciones de temperatura en campo en la que presenta dos picos, máximo y mínimo, y se evidencia la inversión térmica de acuerdo a las temperaturas diurnas y nocturnas en las cuales se obtuvieron los

siguientes datos: en el interior de la vivienda se tiene un promedio de 12.3°C y una diferencia de temperatura de 6.3°C, según el reglamento nacional de edificaciones en su norma EM. 110 indica que el confort térmico en viviendas es de 18 °C por tal sentido esta vivienda no llega a su confort térmico, en el sobre cielorraso se tiene una temperatura promedio 13.8°C y una diferencia de temperatura de 34.8°C, se observa en la curva que la subida y caída constante de la temperatura se debe al ingreso deliberado del viento por agujeros que se tiene en la cubierta de la vivienda, en el área tapón se tiene una temperatura promedio de 10.3°C y una diferencia de 6.3 °C, la temperatura en el ambiente exterior se tiene un promedio de 6.5 °C y una diferencia de 19.5 °C.

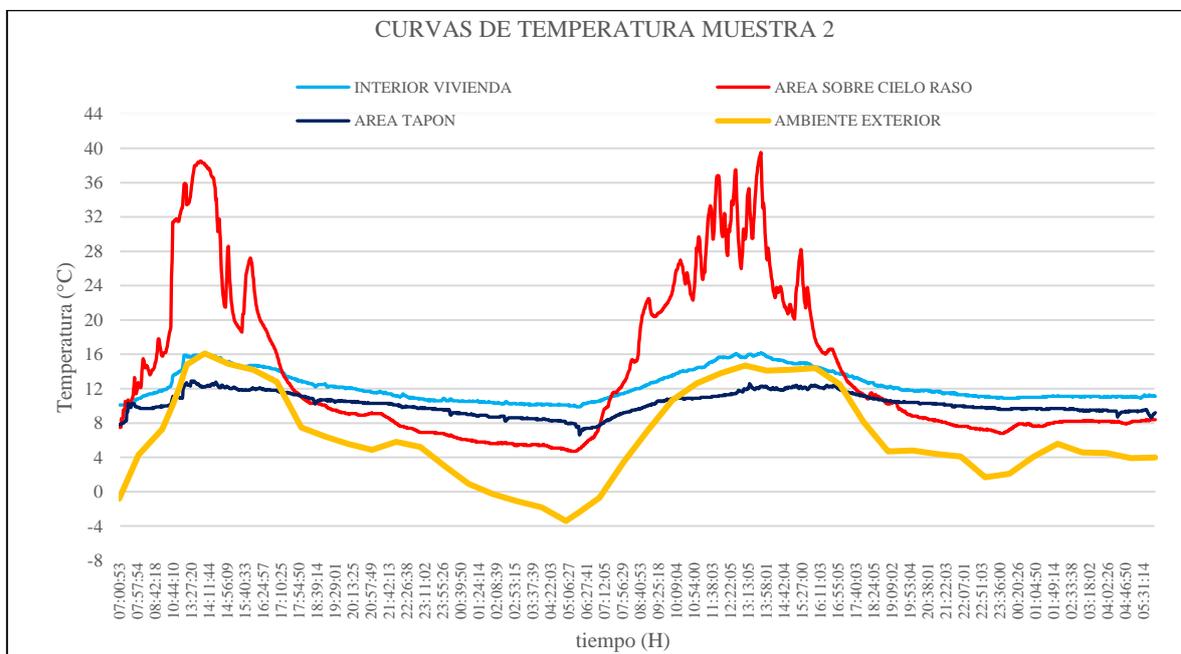


Figura 18. Curva de temperatura (muestra 2)

Fuente: elaborado por el autor

En la figura 19, se observa el gráfico de humedad relativa, se obtuvo los siguientes datos en los puntos de monitoreo: interior vivienda tiene una humedad relativa promedio de 68.1% y una diferencia entre el máximo y mínimo es 26%, sobre cielorraso tiene una humedad relativa promedio de 58% y una diferencia entre el máximo y mínimo es 51.7%, área tapón tiene una humedad relativa promedio de 52.4% y una diferencia entre el máximo y mínimo es 31.9%, exterior vivienda tiene una humedad relativa promedio de 48.9% y una diferencia entre el máximo y mínimo es 50%.

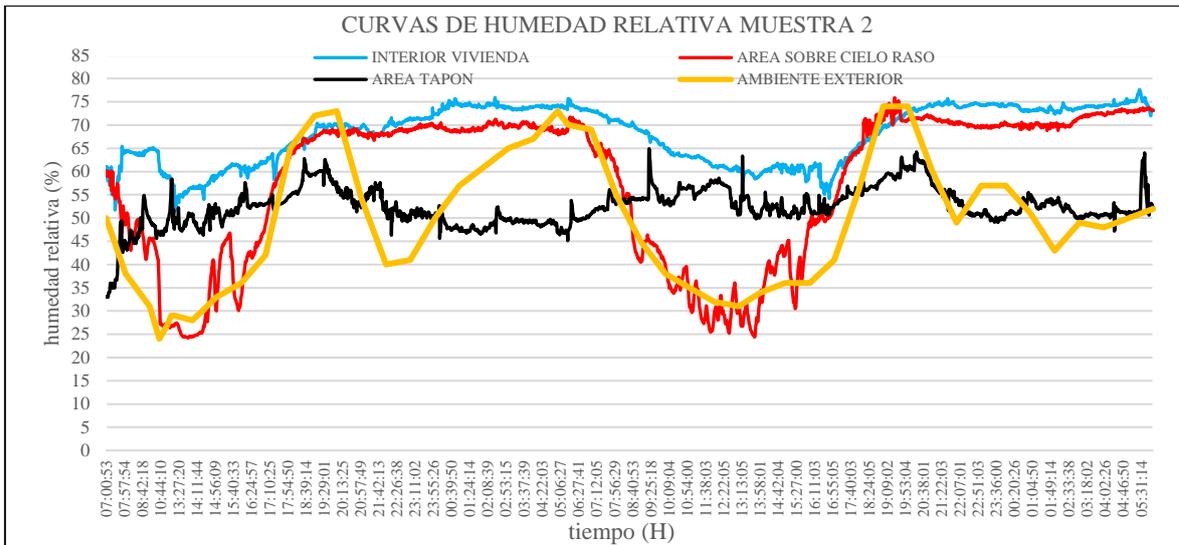


Figura 19. Curva de humedad relativa (muestra 2)

Fuente: elaborado por el autor

En la figura 20, se observa el gráfico de radiación solar de la muestra 2 en donde se obtuvo un pico máximo de irradiancia 1140 watt/m². Durante los dos días monitoreados se tuvo presencia de nubes, en donde el primer día se tuvo una irradiación de 5.1 Kwh/m² y el segundo día se tuvo una irradiación 4.8 Kwh/m².

En la figura 21, se observa el gráfico de la dirección y velocidad del viento de la muestra 2 que es un factor muy importante para la orientación de la vivienda y se tuvo una velocidad promedio de 2.78 m/s, la velocidad predominante con 31.3% es de 2.10 – 3.6 m/s y 3.6 – 5.7 m/s que está orientado al noroeste y suroeste.

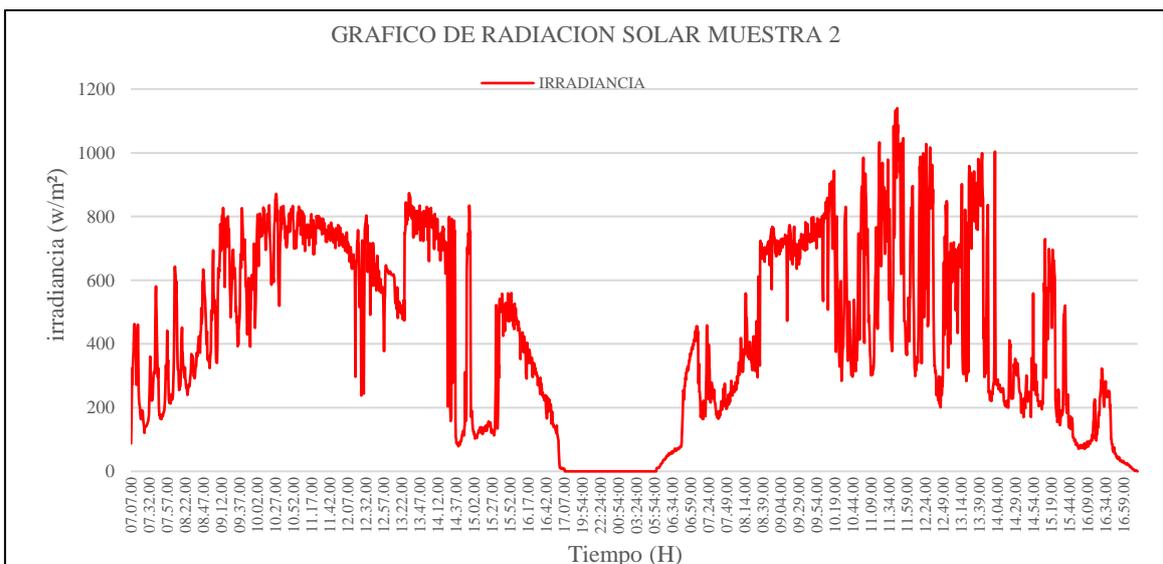


Figura 20. Curva de radiación solar (muestra 2)

Fuente: elaborado por el autor

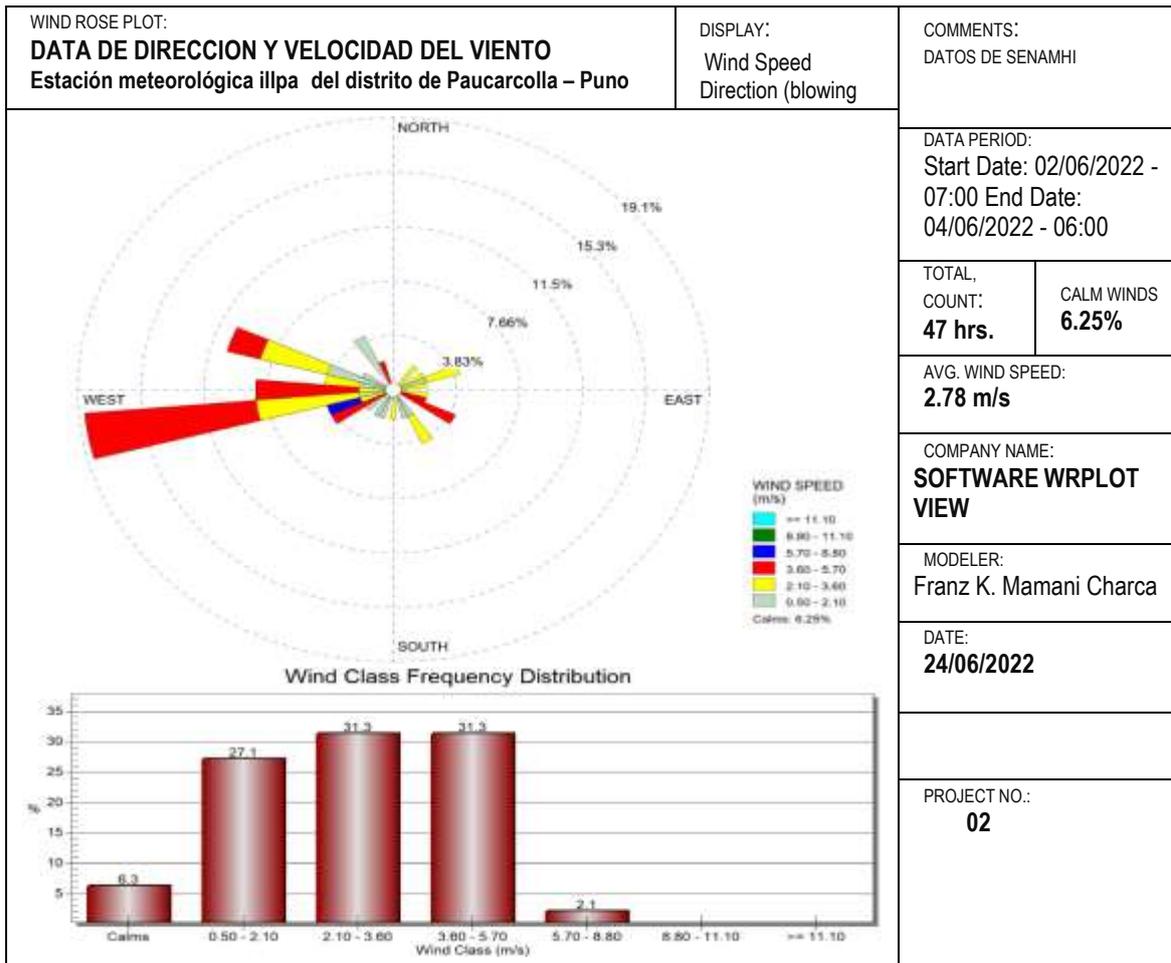


Figura 21. Gráfico de dirección y velocidad del viento (muestra 2)

Fuente: elaborado por el autor

MUESTRA 3: MÓDULO 12 DEL PNVR

El monitoreo de la muestra 3 corresponde de 7:00 am del día 04 de mayo a 6:00 am del día 6 de junio del 2022 se obtuvieron las curvas de cada parámetro y se observa en las figuras 22,23,24 y 25 .se muestra el resumen de los resultados en la tabla siguiente.

Tabla 6:

Resumen de parámetros obtenidos del monitoreo de la muestra 3

Descripción	interior vivienda	sobre cielorraso	área tapón	exterior vivienda (senamhi)
TEMPERATURA INTERNA DEL AIRE (°C)				
mínima absoluta	9.8	4.7	7.4	-0.4
máxima absoluta	16.7	27.0	12.4	15.7

Promedio	12.2	12.8	9.5	7.9
HUMEDAD RELATIVA (%)				
mínima absoluta	46.2	30.7	43.5	26.0
máxima absoluta	75.9	73.1	73.5	83.0
Promedio	61.9	56.1	61.3	52.5
RADIACION SOLAR (W/m ²)				
irradiancia máxima	962			

Fuente: elaborado por el autor

La grafica de la figura 22, se observa las mediciones de temperatura en campo en la que presenta dos picos, máximo y mínimo, y se evidencia la inversión térmica de acuerdo a las temperaturas diurnas y nocturnas en las cuales se obtuvieron los siguientes datos: en el interior de la vivienda se tiene un promedio de 12.2°C y una diferencia de temperatura de 6.9°C, según el reglamento nacional de edificaciones en su norma EM. 110 indica que el confort térmico en viviendas es de 18 °C por tal sentido esta vivienda no llega a su confort térmico, en el sobre cielorraso se tiene una temperatura promedio 12.8°C y una diferencia de temperatura de 22.3°C, se observa en la curva que la subida y caída constante de la temperatura se debe al ingreso deliberado del viento por agujeros que se tiene en la cubierta de la vivienda, en el área tapón se tiene una temperatura promedio de 9.5°C y una diferencia de 5°C, la temperatura en el ambiente exterior se tiene un promedio de 7.9 °C y una diferencia de 16.1 °C.

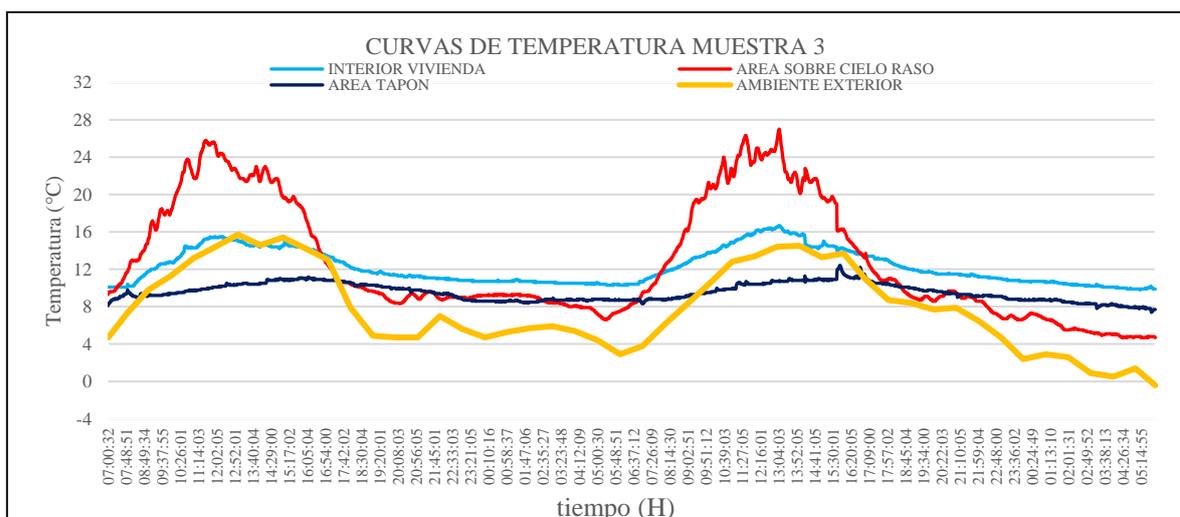


Figura 22. Curva de temperatura (muestra 3)

Fuente: elaborado por el autor

En la figura 23 se observa el gráfico de humedad relativa, se obtuvo los siguientes datos en los puntos de monitoreo: interior vivienda tiene una humedad relativa promedio de 61.9% y una diferencia entre el máximo y mínimo es 29.7%, sobre cielorraso tiene una humedad relativa promedio de 56.1% y una diferencia entre el máximo y mínimo es 42.4%, área tapón tiene una humedad relativa promedio de 61.3% y una diferencia entre el máximo y mínimo es 30%, exterior vivienda tiene una humedad relativa promedio de 52.5% y una diferencia entre el máximo y mínimo es 57%.

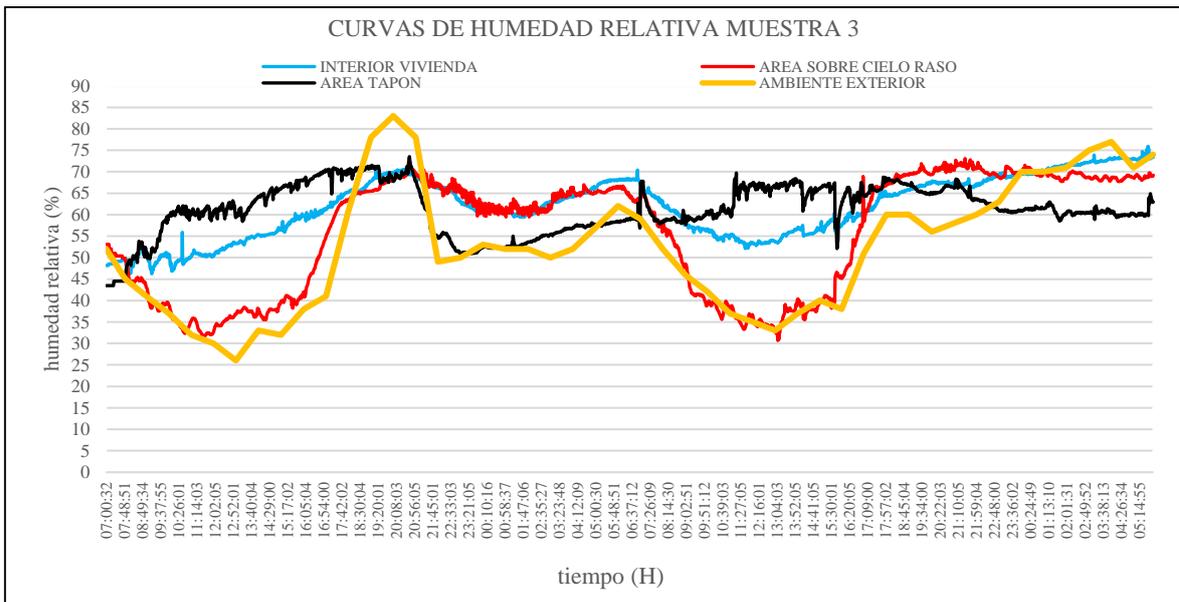


Figura 23. Curva de humedad relativa (muestra 3)

Fuente: elaborado por el autor

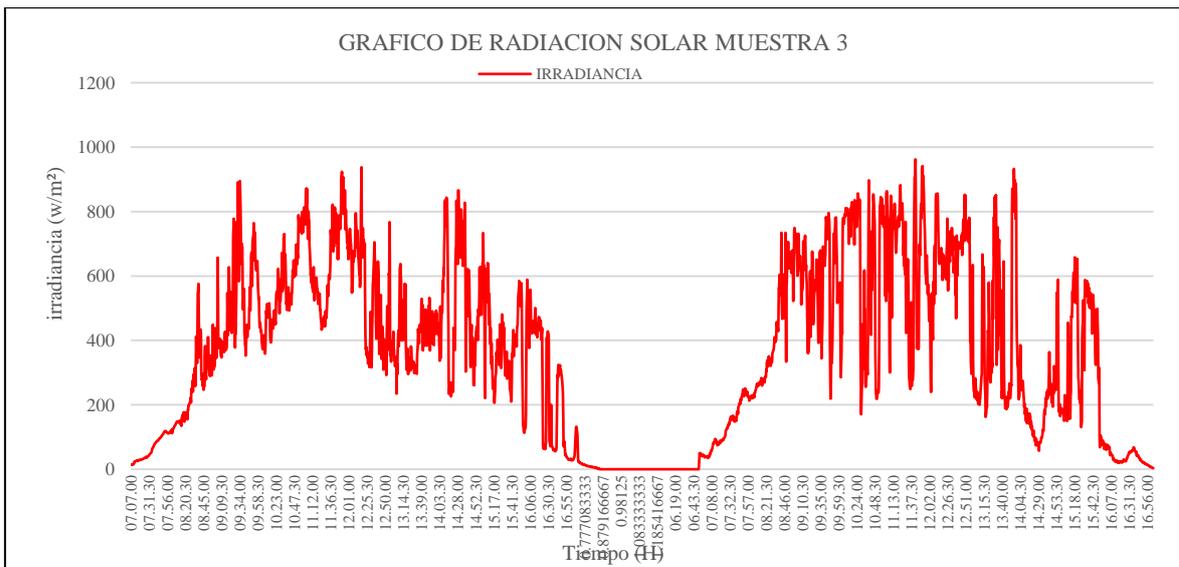


Figura 24. Curva de radiación solar (muestra 3)

Fuente: elaborado por el autor

En la figura 24 se observa el gráfico de radiación solar de la muestra 3 en donde se obtuvo un pico máximo de irradiancia 962 watt/m². Durante los dos días monitoreados se tuvo presencia de nubes, en donde el primer día se tuvo una irradiación de 4.2 Kwh/m² y el segundo día se tuvo una irradiación 4.1 Kwh/m².

En la figura 25 se observa el gráfico de la dirección y velocidad del viento de la muestra 3 que es un factor muy importante para la orientación de la vivienda y se tuvo una velocidad promedio de 2.91 m/s, la velocidad predominante con 33.3% es 3.6 – 5.7 m/s que está orientado al noroeste y suroeste.

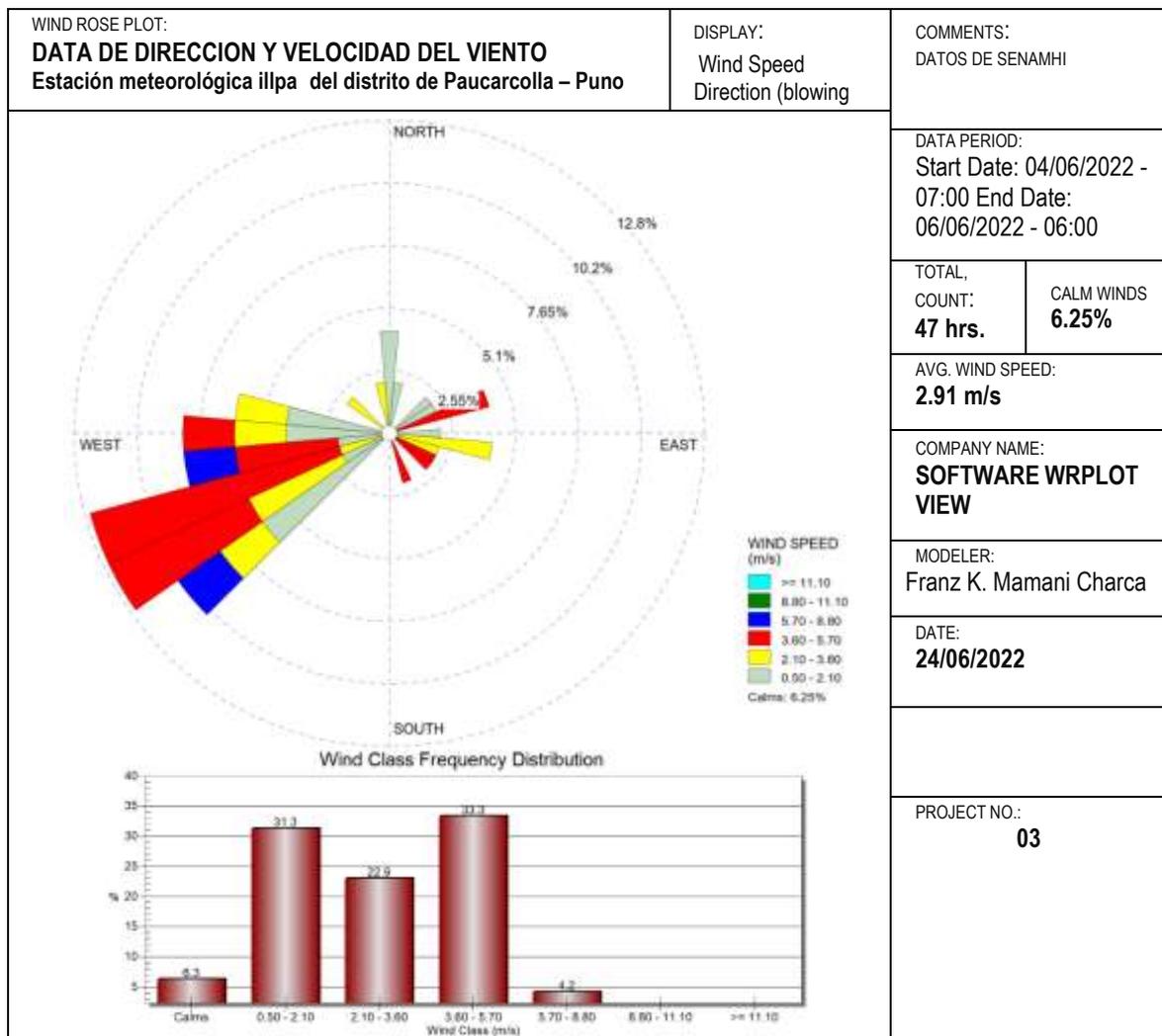


Figura 25. Gráfico de dirección y velocidad del viento (muestra 3)

Fuente: elaborado por el autor

EVALUACIÓN DEL BALANCE TERMICO

MUESTRA 1: MÓDULO 08 DEL PNVR

calor interno (Q i)

Esta vivienda, durante los días de monitoreo se observa que la familia que vive se compone de dos personas, la vivienda es ocupada durante el día en horas de almuerzo de 11:30 am a 1:30 pm, durante la noche desde la 6:00 pm hasta 8:30 am. La vivienda tiene la disponibilidad de energía eléctrica por lo cual la fuente de iluminación en la noche son 3 focos ahorradores en cada área de distribución por un tiempo de encendido de 5.5 horas, el día del monitoreo se utilizó 2 laptop por 17 horas.

Tabla 7:

Calor producido por las personas y artefactos utilizados (muestra 1)

DESCRIPCION	PERSONAS			UND
	Durmiendo	sentado en descanso	sentado comiendo	
Cantidad	2	1	2	Und
Calor producido	75	98	98	kcal/hr.
Tiempo habitable	8	12	2	horas/día
Factor de conversión	1.163	1.163	1.163	watt*hora/kcal
Calor producido (Q i)	1395.6	1367.688	455.896	watt*hora/día
	FOCOS			
	ahorrador			
Cantidad	3			Und
Potencia	20			Watt
Tiempo de consumo	5.5			horas/día
Calor producido (Q i)	330			watt*hora/día
	ARTEFACTOS ELECTRÓNICOS (laptop)			
Cantidad	2			
Potencia	100			Watt
Tiempo de consumo	17			horas/día
Calor producido (Q i)	3400			watt*hora/día
Q i TOTAL	6949.184			watt*hora/día

Fuente: propio

calor por radiación solar (Q s)

El principal factor en la ganancia de calor dentro de la vivienda es el comportamiento del sol durante el día, la salida del sol es 6:01 a.m. y la puesta del sol es 17:15 p.m. la duración del día es de 11:13 horas.

En esta vivienda se tiene dos ventanas de tipo V – 01 en donde uno de ellos está orientado al suroeste y el otro al noreste en donde no se tiene contacto con la radiación solar que emite el sol y la ventana de tipo V – 02 en donde se orienta al sureste tiene contacto con la radiación solar desde las 6.55 a.m. a 8:55 a.m. se tiene una irradiación de 697.7 wh/m² en 2:00 horas.

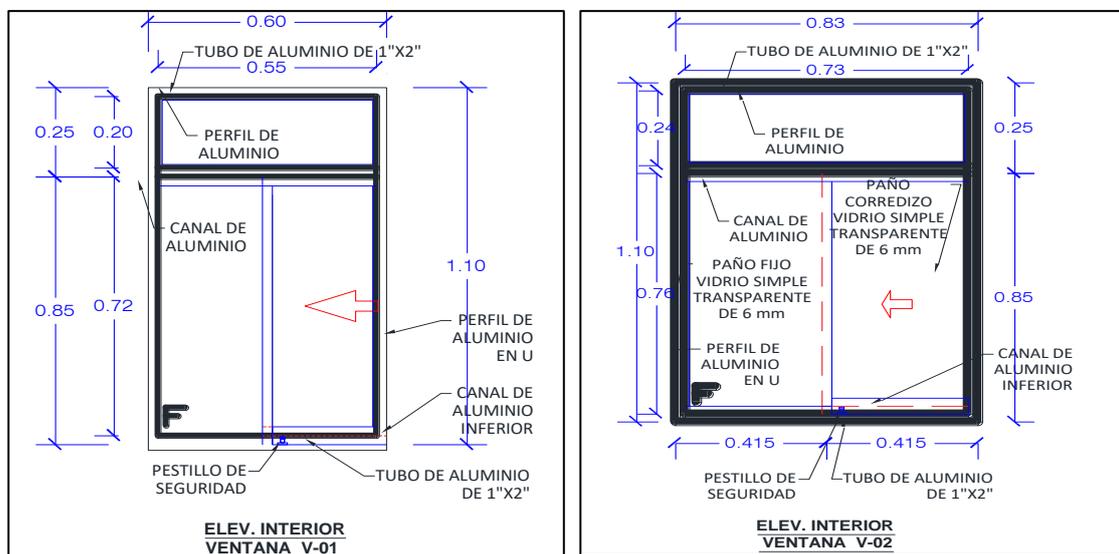


Figura 26. Detalle de ventana

Fuente: (MVCS (Programa Nacional de Vivienda Rural), 2021)

El área de la superficie de la ventana V2 es 0.80 m² en donde el porcentaje de sombra es un 40%, el área útil será 0.48m², el factor de ganancia es 0.88 según la ficha técnica de (Vitro vidrio arquitectónico, 2020) para vidrios simple.

Tabla 8:

Cálculo de calor por radiación solar mediante la ventana (muestra 1)

PARAMETRO	unidad	N	E	W	S
Área (A)	m ²	0.56	0.48	0.00	0.56
Intensidad de radiación solar (I)	W/m ²	0.00	348.85	0.00	0.00

Factor de ganancia (Θ)	-	0.00	0.88	0.00	0.00
Tiempo (T)	H	0.00	2.00	0.00	0.00
calor por radiación	wh/día	0.00	294.34	0.00	0.00
			total	294.34	wh/día

Fuente: propio

para el análisis de ganancia térmica por radiación solar mediante la plancha de policarbonato transparente, se observó que la superficie inclinada del plano del techo de la vivienda con 1.338 m² orientada al norte tiene contacto con la radiación solar a partir de las 06:55 am hasta 04:30 pm se tiene una irradiación de 5048.47 wh/m² en 9:35 horas y el plano inclinado del techo con 0.669 m² orientado hacia el sur tiene un contacto con la radiación solar a partir de 09:00 am a 02:30 pm se tiene una irradiación de 3978.76 wh/m² en 05:30 horas. Según la guía (Plazit Polygal DVP, 2021) la transmisión solar del policarbonato es 85 %.

Tabla 9:

calor por radiación solar mediante policarbonato transparente (muestra 1)

PARAMETRO	unidad	N	E	W	S
Área (A)	m ²	1.34	0.00	0.00	0.67
Intensidad de radiación solar (I)	W/m ²	526.98	0.00	0.00	723.41
Factor de ganancia (Θ)	-	0.85	0.00	0.00	0.85
Tiempo (T)	H	9.58	0.00	0.00	5.50
calor por radiación	wh/día	5741.62	0.00	0.00	2262.52
			total	8004.15	wh/día

Fuente: propio

calor por conducción (Q_c)

en esta unidad los materiales constructivos de estas viviendas juegan un papel muy importante en donde se analizó la conducción que tienen los materiales a través de la envolvente. La temperatura que se obtuvo en el monitoreo (ver tabla 4) se utilizó para el cálculo son los siguientes:

Temperatura de interior vivienda: 13.8 °C

Temperatura de área tapón: 9.7 °C

Temperatura de área sobre cielorraso: 14.1 °C

Temperatura de exterior vivienda: 7.3 °C

Tiempo: 24 horas

análisis del muro

mediante una visualización de las características que componen el muro se clasifico en partes debido al material que compone el espesor estos muros. Se puede observar en la figura 27.

SC1: mortero cemento, sobrecimiento, yeso y contra sócalo madera (e = 0.44)

SC2: mortero cemento, sobrecimiento y yeso (ancho = 0.43m)

MA1: mortero cemento, muro de adobe y yeso (ancho= 0.43 m)

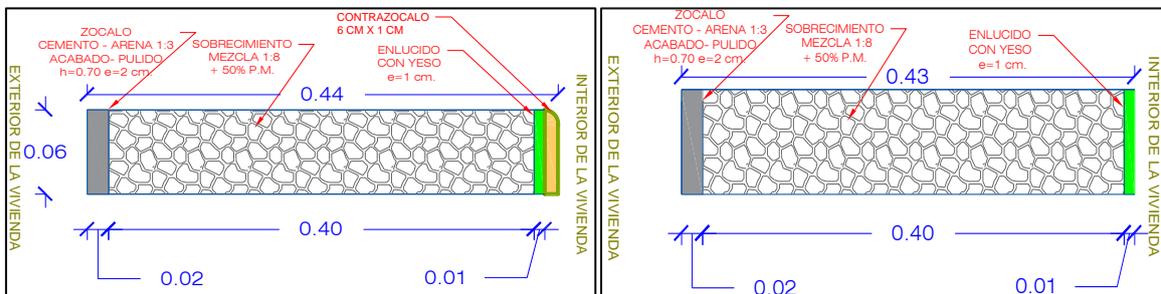
MA2: yeso, muro de adobe y yeso (ancho= 0.42 m)

VC1: yeso, viga collar, adobe y yeso (ancho= 0.42 m)

VC2: yeso, viga collar, adobe y mortero cemento (ancho= 0.43 m)

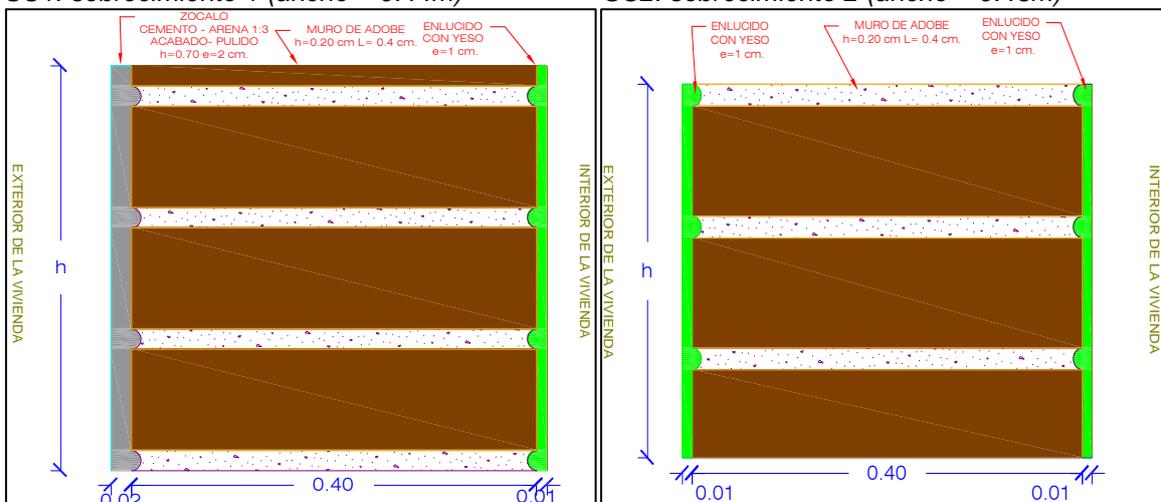
MI 1: yeso, sobrecimiento, yeso y contra sócalo madera (ancho= 0.43 m)

MI 2: yeso, sobrecimiento y yeso (ancho= 0.42 m)



SC1: sobrecimiento 1 (ancho = 0.44m)

SC2: sobrecimiento 2 (ancho = 0.43m)



MA1: muro de adobe (ancho= 0.43 m)

MA2: muro de adobe (ancho= 0.42 m)

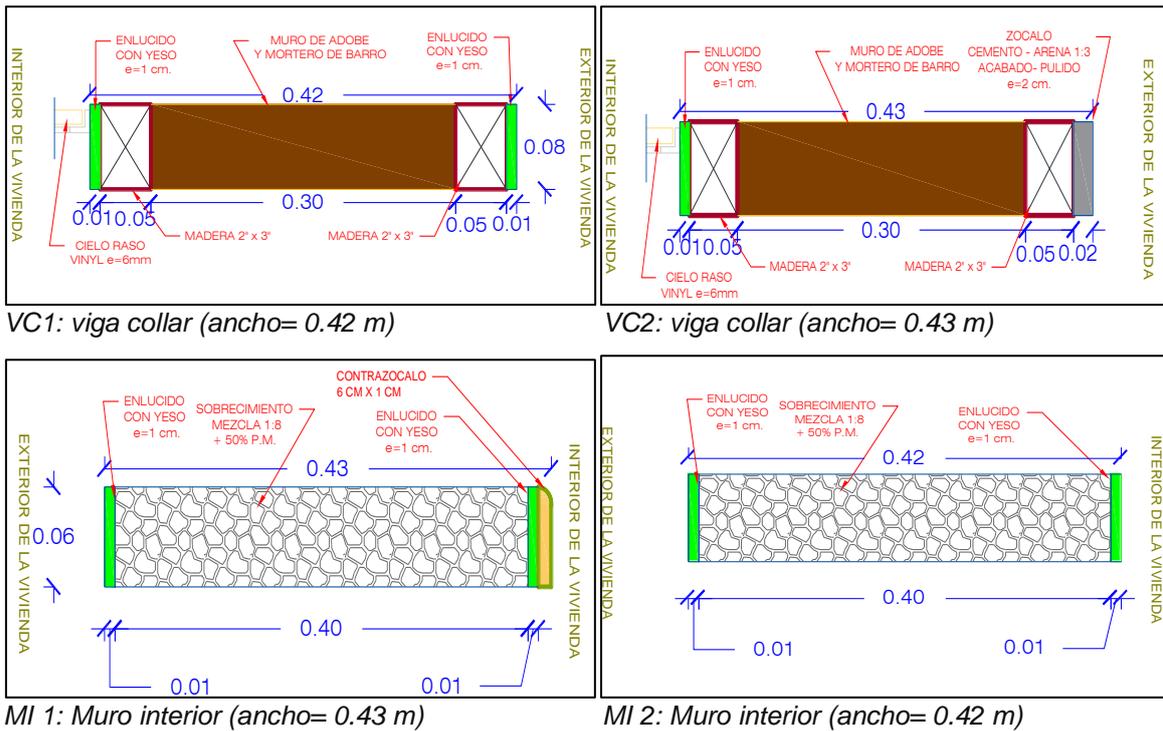


Figura 27. Clasificación de muros de acuerdo a los materiales de su espesor.

Fuente: elaboración propia

Para el cálculo de calor por conducción se utilizó la ecuación 3 y La transmitancia (U) se calcula con la ecuación 4 de la presente investigación.

La resistencia del cuerpo (Rb) es igual al espesor (e) del muro sobre la conductividad térmica del material (k), la conductividad (k) se obtiene de las tablas 87, 88 y 89 del anexo 5.

Tabla 10:

Cálculo de la resistencia de cada material del muro

Material	e (m)	K (W/mk)	R=e/k (m ² °C/W)	Fuente
enlucido cemento - arena	0.02	0.532	0.038	(Koenigsberger et al., 1977)
enlucido de yeso	0.01	0.4	0.025	Norma EM. 110 (2014)
Adobe	0.4	0.64	0.625	rozis y Guinebault (1997)
concreto simple	0.4	1.51	0.265	Norma EM. 110 (2014)
Contra sócalo madera	0.01	0.14	0.071	Norma EM. 110 (2014)
viga collar madera	0.05	0.14	0.357	Norma EM. 110 (2014)
mortero de adobe	0.3	0.9	0.333	Norma EM. 110 (2014)

Fuente: elaboración propia

Los valores de $1/f_i$ o R_{si} (resistencia superficial interna), $1/f_o$ o R_{se} (resistencia superficial externa) se obtuvieron de la tabla que se encuentra en el anexo 5, la tabla 81 de esta investigación.

$1/f_i$:0.123

$1/f_o$: pared cara S =0.1, pared cara W =0.076, pared cara N y E=0.053

Tabla 11:

Cálculo de la transmitancia de cada elemento del muro

Material	e (m)	Rb (m²°C/watt)	Ucara S	Ucara W	Ucara N	Ucara E
vivienda interior						
SC1:	0.44	0.399	1.608	1.672	1.739	1.739
SC2:	0.43	0.327	1.817	1.899	1.986	1.986
MA1:	0.43	0.688	1.098	1.128	1.158	1.158
MA2:	0.42	0.675	1.114	1.144	1.175	1.175
VC1:	0.42	1.098	0.757	0.771	0.785	0.785
VC2:	0.43	1.110	0.750	0.764	0.777	0.777
área tapón						
SC2:	0.43	0.327	1.817	1.899	1.986	1.986
MA1:	0.43	0.688	1.098	1.128	1.158	1.158
MA2:	0.42	0.675	1.114	1.144	1.175	1.175
VC1:	0.42	1.098	0.757	0.771	0.785	0.785
área sobre cielorraso						
MA1:	0.43	0.688	1.098	1.128	1.158	1.158
MA2:	0.42	0.675	1.114	1.144	1.175	1.175
área tapón interior						
MI 1:	0.43	0.386	1.641	1.708	1.778	1.778
MI 2:	0.42	0.315	1.859	1.946	2.037	2.037
MA2:	0.42	0.675	1.114	1.144	1.175	1.175
VC1:	0.42	1.098	0.757	0.771	0.785	0.785

Fuente: elaboración propia

El cálculo del área de la superficie del muro se obtuvo mediante el metrado correspondiente y se representa de acuerdo a las caras orientadas:

Tabla 12:*Cálculo de área del muro (muestra 1)*

Material	e (m)	área (m ²)			
		cara S	cara W	cara N	cara E
vivienda interior					
SC1:	0.44	0.250	0.316	0.327	0.240
SC2:	0.43	0.380	0.474	0.491	0.360
MA1:	0.43	2.350	2.108	2.856	2.172
MA2:	0.42	5.020	7.979	6.925	4.594
VC1:	0.42	0.240	0.393	0.333	0.219
VC2:	0.43	0.076	0.000	0.076	0.079
área tapón					
SC2:	0.43	0.190	0.000	0.000	0.000
MA1:	0.43	0.5	0.000	0.000	0.000
MA2:	0.42	2.09	0.000	0.000	0.362
VC1:	0.42	0.09	0.000	0.000	0.000
área sobre cielorraso					
MA1:	0.43	0.112	0.000	0.112	0.154
MA2:	0.42	1.060	3.057	0.737	2.449
área tapón interior					
MI 1:	0.43	0.024	0.000	0.000	0.076
MI 2:	0.42	0.037	0.000	0.000	0.114
MA2:	0.42	1.496	0.000	0.000	3.066
VC1:	0.42	0.093	0.000	0.000	0.095

Fuente: elaboración propia

La siguiente tabla muestra el cálculo de la pérdida de calor por conducción a través de muros y es -11196.04 Watt. Hora/día

Tabla 13:*Cálculo de pérdida de calor por conducción del muro (muestra 1)*

Material	ΔT (°C)	pérdida de calor por conducción			
		Qc cara S	Qc cara W	Qc cara N	Qc cara E

vivienda interior					
SC1:	-6.50	-2.61	-3.44	-3.70	-2.71
SC2:	-6.50	-4.49	-5.85	-6.34	-4.65
MA1:	-6.50	-16.77	-15.45	-21.50	-16.35
MA2:	-6.50	-36.34	-59.34	-52.89	-35.09
VC1:	-6.50	-1.18	-1.97	-1.70	-1.12
VC2:	-6.50	-0.37	0.00	-0.38	-0.40
área tapón					
SC2:	-2.40	-0.83	0.00	0.00	0.00
MA1:	-2.40	-1.32	0.00	0.00	0.00
MA2:	-2.40	-5.59	0.00	0.00	-1.02
VC1:	-2.40	-0.16	0.00	0.00	0.00
área cielo raso					
MA1:	-6.80	-0.84	0.00	-0.88	-1.21
MA2:	-6.80	-8.03	-23.78	-5.89	-19.57
área tapón interior					
MI 1:	-4.10	-0.16	0.00	0.00	-0.55
MI 2:	-4.10	-0.28	0.00	0.00	-0.95
MA2:	-4.10	-6.83	0.00	0.00	-14.77
VC1:	-4.10	-0.29	0.00	0.00	-0.31
total, parcial Qc		-86.08	-109.84	-93.28	-98.70
total, Qc (watt. Hora/día)					-11196.04

Fuente: elaboración propio

análisis del techo

para el cálculo de la pérdida de calor por conducción se hizo un análisis de los materiales empleados en la cubierta del techo y se clasifican de la siguiente manera:

- C1: área de calamina y poliestireno
- C2: área de calamina y correa tubo LAC
- C3: área calamina, correa tubo LAC y tijeral
- C4: área calamina, poliestireno y tijeral
- C5: área policarbonato translucido

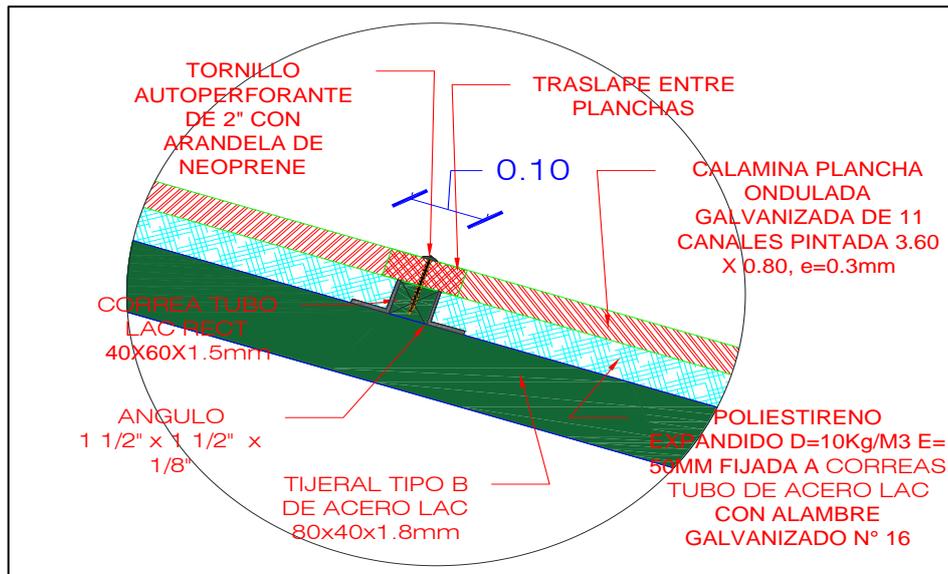


Figura 28. Detalle del techo de la vivienda

Fuente: (MVCS (Programa Nacional de Vivienda Rural), 2021)

Los valores de la conductividad térmica del material (k) se obtiene de la tabla 87 del anexo 5.

Tabla 14:

Cálculo de la resistencia de cada material del techo

Material	e (m)	K (W/m°C)	R=e/k (m ² °C/W)	Fuente (k)
Calamina	0.0003	237	0.000001	Norma EM. 110 (2014)
Poliestireno	0.05	0.033	1.515151	Norma EM. 110 (2014)
tubo de acero LAC	0.0015	50	0.000030	Norma EM. 110 (2014)
tubo de acero LAC	0.002	50	0.000040	Norma EM. 110 (2014)
poli carbonato transl.	0.001	0.2	0.005000	Norma EM. 110 (2014)

Fuente: elaboración propia

Los valores de resistencia de la cámara de aire (Rc) se obtuvieron de la tabla 85 del anexo 5.

cámara de aire de correa de 57mm :0.16 m² °C/watt

cámara de aire de tijeral de 76 mm : 0.16 m² °C/watt

Los valores de 1/fi (resistencia superficial interna), 1/fo (resistencia superficial externa) se obtuvieron de la tabla 81 que se encuentra en el anexo 5 de esta investigación. 1/fi:0.105 y 1/fo: 0.044

La siguiente tabla muestra el cálculo de la pérdida de calor por conducción a través del techo y es -4577.87 Watt. Hora/día

Tabla 15:

Cálculo de la pérdida de calor por conducción del techo de la muestra 1

Material	e (m)	Rb (m ² °C/watt)	U watt/m ² °C	área (m ²)	ΔT	Qc
C1:	0.0503	1.51515	0.60	18.29	-6.8	-74.74
C2:	0.0603	0.00006	3.24	1.17	-6.8	-25.68
C3:	0.1403	0.00014	2.13	0.02	-6.8	-0.32
C4:	0.1303	1.51523	0.55	0.37	-6.8	-1.39
C5:	0.001	0.00500	6.49	2.01	-6.8	-88.62
Qc (watt*hora/día)						-4577.87

Fuente: elaboración propia

análisis de la puerta

para el cálculo de la pérdida de calor por conducción se hizo un análisis de los materiales empleados en la puerta y se clasifican de la siguiente manera:

- P1- M: marco de madera puerta
- P1- T: área pieza madera puerta.
- P1- FM: triplay fenólico y bastidor de madera
- P1- FP: triplay fenólico y poliestireno
- P2 - M: marco de madera puerta
- P2- TM: triplay y madera
- P2- TP: triplay y poliestireno

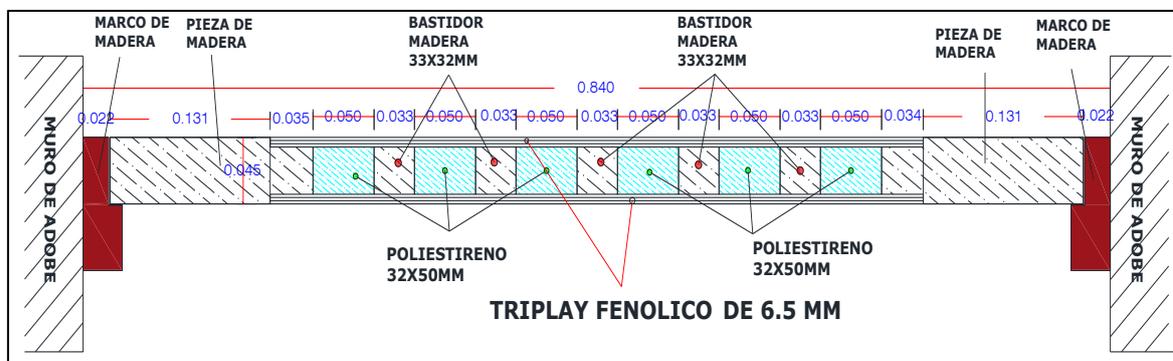


Figura 29. Detalle de la puerta P1 exterior

Fuente: (MVCS (Programa Nacional de Vivienda Rural), 2021)

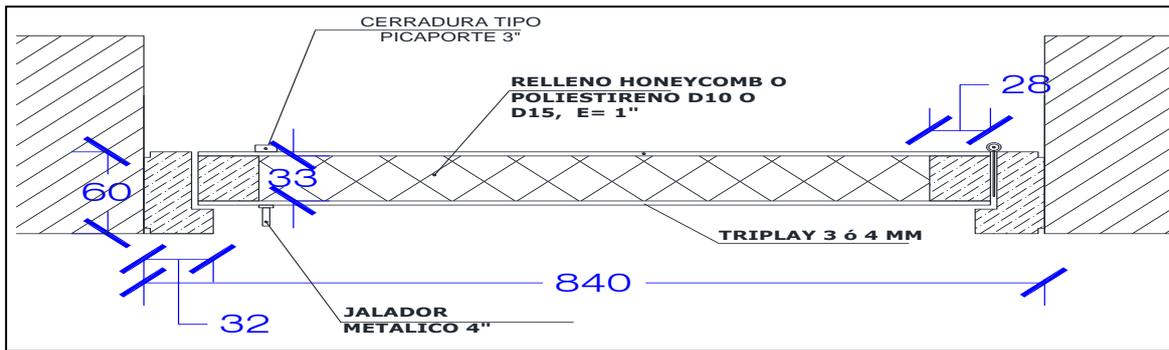


Figura 30. Detalle de la puerta P2 interior

Fuente: (MVCS (Programa Nacional de Vivienda Rural), 2021)

Tabla 16:

Cálculo de la resistencia de cada material de la puerta

Material	e (m)	k (W/m°C)	R=e/k (m ² °C/W)	Fuente (k)
madera marco 1	0.09	0.14	0.64286	Norma EM. 110 (2014)
pieza madera P1	0.045	0.14	0.32143	Norma EM. 110 (2014)
triplay fenólico P1	0.0065	0.18	0.03611	Norma EM. 110 (2014)
bastidor madera P1	0.032	0.14	0.22857	Norma EM. 110 (2014)
poliestireno P1	0.032	0.033	0.96970	Norma EM. 110 (2014)
madera marco 2	0.06	0.14	0.42857	Norma EM. 110 (2014)
triplay P2	0.004	0.14	0.02857	Norma EM. 110 (2014)
madera P2	0.033	0.14	0.23571	Norma EM. 110 (2014)
poliestireno P2	0.033	0.033	1.00000	Norma EM. 110 (2014)

Fuente: elaboración propia

Los valores de 1/fi (resistencia superficial interna), 1/fo (resistencia superficial externa) se obtuvieron de la tabla 81 que se encuentra en el anexo 5 de esta investigación.

1/fi :0.123

1/fo : pared cara S =0.1, pared cara W =0.076, pared cara N y E=0.053

Tabla 17:

Cálculo de la transmitancia de cada elemento de la puerta

Material	e (m)	Rb (m ² °C/W)	U _{cara S}	U _{cara W}	U _{cara N}	U _{cara E}
P1- M:	0.09	0.64286	1.155	1.188	1.221	1.221

P1- T:	0.045	0.32143	1.837	1.921	2.010	2.010
P1- FM:	0.045	0.30079	1.909	2.001	2.097	2.097
P1- FP:	0.045	1.04192	0.791	0.806	0.821	0.821
P2 - M:	0.06	0.42857	1.535	1.593	1.654	1.654
P2- TM:	0.037	0.29286	1.939	2.033	2.133	2.133
P2- TP:	0.037	1.05714	0.781	0.796	0.811	0.811

Fuente: elaboración propia

Tabla 18:

Cálculo de área de los elementos de la puerta (muestra 1)

Material	e (m)	área (m ²)			
		cara sur	cara oeste	cara norte	cara este
P1- M:	0.09	0.000	0.000	0.000	0.108
P1- T:	0.045	0.000	0.000	0.000	0.611
P1-FM:	0.045	0.000	0.000	0.000	0.485
P1- FP:	0.045	0.000	0.000	0.000	0.534
P2 - M:	0.06	0.109	0.000	0.000	0.000
P2- TM:	0.037	0.184	0.000	0.000	0.000
P2- TP:	0.037	1.446	0.000	0.000	0.000

Fuente: elaboración propia

La siguiente tabla muestra el cálculo de la pérdida de calor por conducción a través de la puerta es -324.90 Watt. Hora/día

Tabla 19:

Cálculo de la pérdida de calor por conducción de la puerta (muestra1)

Material	ΔT	calor por conducción			
		Q c cara S	Q c cara W	Q c cara N	Q c cara E
P1- M:	-2.40	0.00	0.00	0.00	-0.32
P1- T:	-2.40	0.00	0.00	0.00	-2.95
P1-FM:	-2.40	0.00	0.00	0.00	-2.44
P1- FP:	-2.40	0.00	0.00	0.00	-1.05
P2 - M:	-4.10	-0.69	0.00	0.00	0.00
P2- TM:	-4.10	-1.46	0.00	0.00	0.00

P2- TP:	-4.10	-4.63	0.00	0.00	0.00
total, parcial Qc		-6.78	0.00	0.00	-6.76
total, Qc (watt. Hora/día)					-324.90

Fuente: elaboración propia

análisis de ventanas

para el cálculo de la pérdida de calor por conducción se hizo un análisis de los materiales empleados en las ventanas y se clasifican de acuerdo al espesor que tengan estos elementos.

V1-MM: listón madera y marco aluminio

V1-MV: triplay, listón de madera y vidrio

V1-TV: triplay y vidrio

V1-LV: listón de madera y vidrio

V2-MM: listón madera y marco aluminio

V2-MV: triplay, listón de madera y vidrio

V2-TV: triplay y vidrio

V2-LV: listón de madera y vidrio

Los valores de resistencia de la cámara de aire se obtuvieron de la tabla 85 del anexo 5.

cámara de aire contraventana y ventana de vidrio 141 mm : 0.16 m² °C/watt

cámara de aire de la contraventana 25 mm : 0.15 m² °C/watt

cámara de aire del tubo de aluminio 43.6 mm : 0.15 m² °C/watt

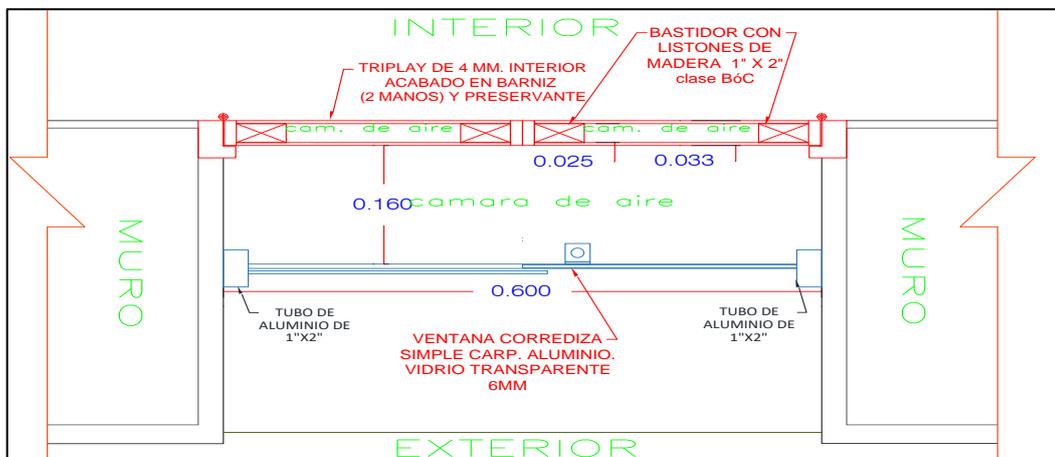


Figura 31. Detalle de la ventana tipo V1

Fuente: elaboración propia

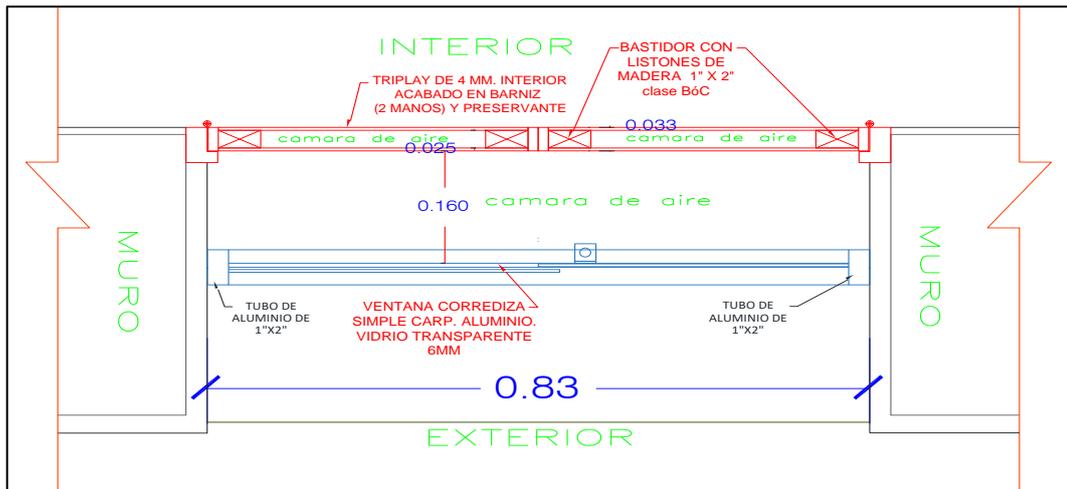


Figura 32. Detalle de la ventana tipo V2

Fuente: elaboración propia

Tabla 20:

Cálculo de la resistencia de cada material de la ventana

Material	e (m)	k (watt/m ² °C)	R=e/k (m ² °C/watt)	Fuente (k)
listón madera	0.033	0.14	0.23571	Norma EM. 110 (2014)
Triplay	0.004	0.14	0.02857	Norma EM. 110 (2014)
listón de madera	0.025	0.14	0.17857	Norma EM. 110 (2014)
marco aluminio	0.0032	230	0.00001	Norma EM. 110 (2014)
vidrio	0.006	1.028	0.00584	Rozis y Guinebault (1997)

Fuente: elaboración propia

Los valores de $1/f_i$ (resistencia superficial interna), $1/f_o$ (resistencia superficial externa) se obtuvieron de la tabla 81 que se encuentra en el anexo 5 de esta investigación.

$1/f_i$:0.123

$1/f_o$: pared cara S =0.1, pared cara W =0.076, pared cara N y E=0.053

Tabla 21:

Cálculo de la transmitancia de cada elemento de la ventana

Material	e (m)	R _b (m ² °C/watt)	U _{cara S}	U _{cara W}	U _{cara N}	U _{cara E}
V1-MM:	0.224	0.23574	1.301	1.343	1.301	1.386
V1-MV:	0.199	0.24155	1.601	1.665	1.731	1.731

V1-TV:	0.199	0.06298	1.678	1.748	1.822	1.822
V1-LV:	0.199	0.24155	1.601	1.665	1.731	1.731
V2-MM:	0.224	0.23574	1.301	1.343	1.301	1.386
V2-MV:	0.199	0.24155	1.601	1.665	1.731	1.731
V2-TV:	0.199	0.06298	1.678	1.748	1.822	1.822
V2-LV:	0.199	0.24155	1.601	1.665	1.731	1.731

Fuente: elaboración propia

Tabla 22:

Cálculo de área de los elementos de la ventana (muestra 1)

Material	e (m)	área (m ²)			
		cara sur	cara oeste	cara norte	cara este
V1-MM:	0.224	0.083	0.000	0.083	0.000
V1-MV:	0.199	0.226	0.000	0.226	0.000
V1-TV:	0.199	0.326	0.000	0.326	0.000
V1-LV:	0.199	0.025	0.000	0.025	0.000
V2-MM:	0.224	0.000	0.000	0.000	0.094
V2-MV:	0.199	0.000	0.000	0.000	0.255
V2-TV:	0.199	0.000	0.000	0.000	0.539
V2-LV:	0.199	0.000	0.000	0.000	0.025

Fuente: elaboración propia

La siguiente tabla muestra el cálculo de la pérdida de calor por conducción a través de la ventana es -591.26 Watt. Hora/día

Tabla 23:

Cálculo de la pérdida de calor por conducción de la ventana (muestra 1)

Material	ΔT	pérdida de calor por conducción			
		Q c cara S	Q c cara W	Q c cara N	Q c cara E
V1-MM:	-6.50	-0.70	0.00	-0.70	0.00
V1-MV:	-6.50	-2.35	0.00	-2.54	0.00
V1-TV:	-6.50	-3.56	0.00	-3.86	0.00
V1-LV:	-6.50	-0.26	0.00	-0.28	0.00
V2-MM:	-6.50	0.00	0.00	0.00	-0.85
V2-MV:	-6.50	0.00	0.00	0.00	-2.87

V2-TV:	-6.50	0.00	0.00	0.00	-6.38
V2-LV:	-6.50	0.00	0.00	0.00	-0.28
total, parcial Qc		-6.87	0.00	-7.39	-10.38
total, Qc (watt. Hora/día)					-591.26

Fuente: elaboración propia

análisis del piso

para el cálculo de la pérdida de calor por conducción se hizo un análisis de los materiales empleados en el piso y se clasifican de la siguiente manera:

PC-I: concreto, piedra y suelo (interior vivienda)

PC-T: concreto, piedra y suelo (tapón)

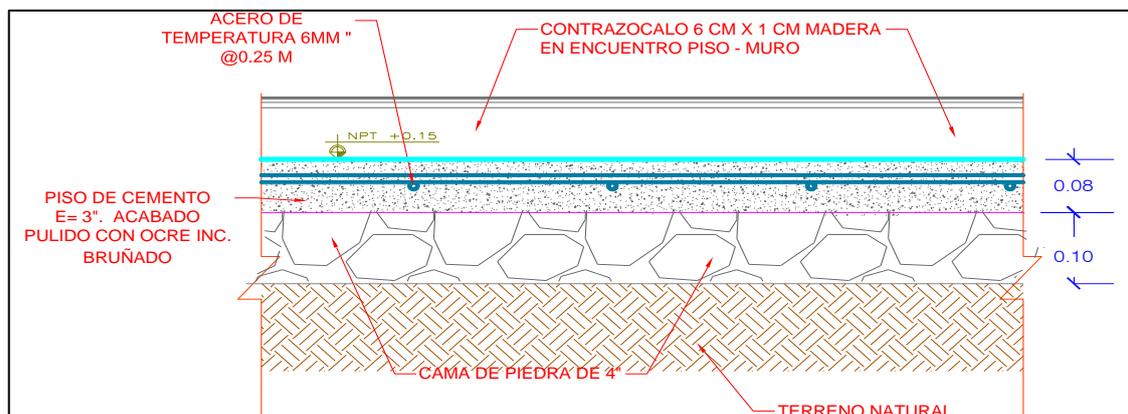


Figura 33. Detalle de piso

Fuente: elaboración propia

Tabla 24:

Cálculo de la resistencia de cada material de la ventana de la muestra 1

Material	e (m)	K (W/m°C)	R=e/k (m ² °C/W)	Fuente (k)
concreto	0.08	1.63	0.049	Norma EM. 110 (2014)
Piedra	0.1	3.5	0.029	Norma EM. 110 (2014)
suelo tierra	10	0.64	15.625	Rozis y Guinebault (1997)

Fuente: elaboración propia

Los valores de $1/f_i$ (resistencia superficial interna), $1/f_o$ (resistencia superficial externa) se obtuvieron de la tabla 82 que se encuentra en el anexo 5 de esta investigación.

1/fi cerramiento horizontal y flujo descendente (suelos) :0.17
 1/fo cerramiento horizontal y flujo descendente (suelos) : 0.04

La siguiente tabla muestra el cálculo de la pérdida de calor por conducción a través del piso es -199.00 Watt. Hora/día

Tabla 25:

Cálculo de la pérdida de calor por conducción del piso (muestra1)

Material	e (m)	Rb (m ² °C/watt)	U (watt/m ² °C)	área (m ²)	ΔT	Qc
PC-I:	10.18	15.70	0.063	19.843	-6.5	-8.105
PC-T:	10.18	15.70	0.063	1.235	-2.4	-0.186
					suma	-8.292
					total	-199.00

Fuente: elaboración propia

análisis de cielorraso

para el cálculo de la pérdida de calor por conducción se hizo un análisis de los materiales empleados en el cielorraso y se clasifican de la siguiente manera:

BI: baldosa vinyl interior vivienda

MA: marco de aluminio

PA: policarbonato alveolar

BT: baldosa vinyl área tapón

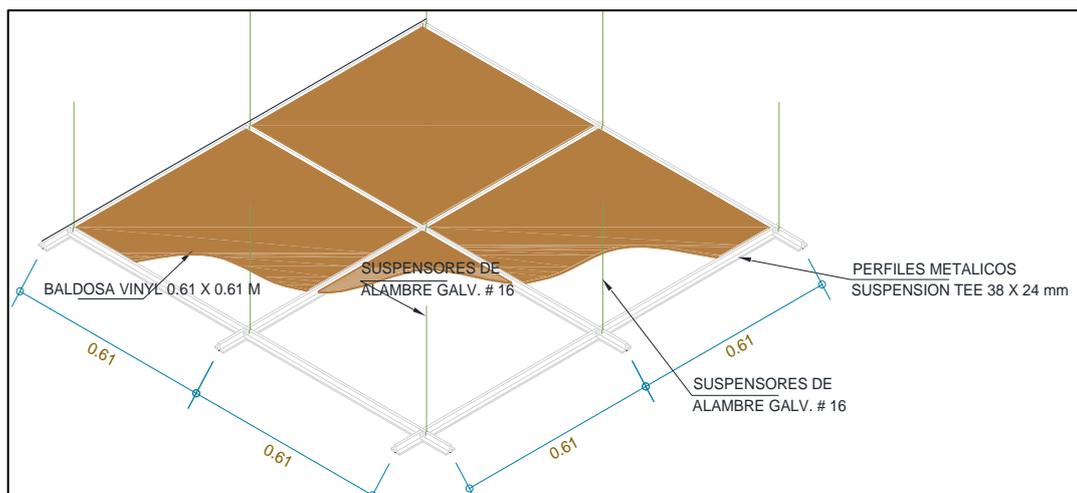


Figura 34. Detalle de cielorraso planta

Fuente: elaboración propia

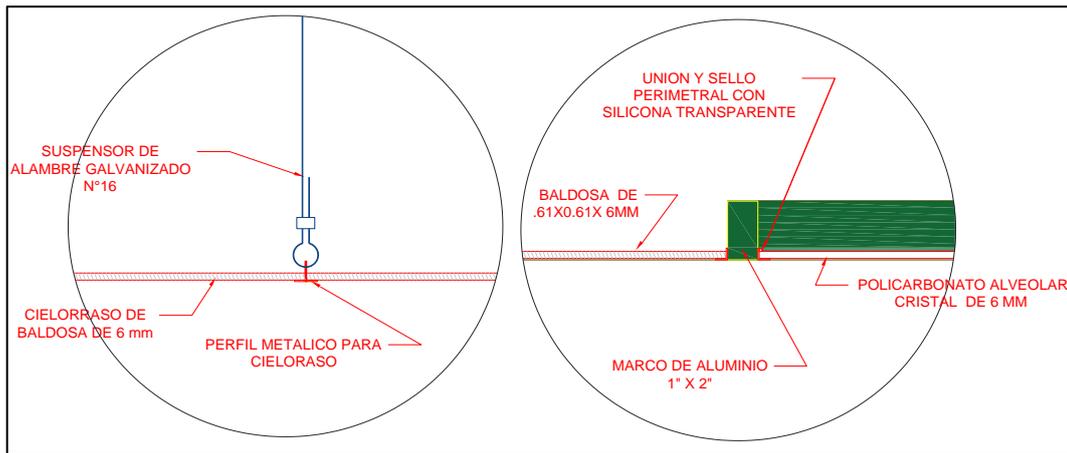


Figura 35. Detalle de cielorraso en corte

Fuente: elaboración propia

Tabla 26:

Cálculo de la resistencia de cada material del cielorraso

Material	e (m)	K (W/m°C)	R=e/k (m ² °C/W)	Fuente (k)
baldosa vinyl	0.006	0.054	0.11111	(thermatex, 2011)
marco de aluminio	0.0032	230	0.00001	Norma EM. 110 (2014)

Fuente: elaboración propia

la transmitancia térmica del policarbonato alveolar es 3.6 w/m²°C según Norma EM. 110 (2014) y se observa en la tabla 87 del anexo 5. Los valores de 1/fi (resistencia superficial interna), 1/fo (resistencia superficial externa) se obtuvieron de la tabla 81 que se encuentra en el anexo 5 de esta investigación.

1/fi cerramiento horizontal y flujo ascendente (techo) :0.105

1/fo cerramiento horizontal y flujo ascendente (techo) : 0.044

La siguiente tabla muestra el cálculo de la pérdida de calor por conducción a través del cielorraso es 976.44 Watt. Hora/día

Tabla 27:

Cálculo de la pérdida de calor por conducción del cielorraso (muestra 1)

Material	e (m)	Rb (m ² °C/watt)	U (watt/m ² °C)	área (m ²)	ΔT	Qc
BI:	0.006	0.11111	3.84	16.68	0.3	19.24
MA:	0.050	0.00003	3.24	0.22	0.3	0.21

PA:	0.006	-	3.60	2.68	0.3	2.90
BT:	0.006	0.11111	3.84	1.08	4.4	18.34
					suma	40.68
					total	976.44

Fuente: elaboración propia

calor por convección (Q s)

para el cálculo se utilizó la ecuación 6 y 7 de la presente investigación, se consideró 2 el número de revoluciones de aire por hora, por tratarse de tener 3 aberturas la vivienda según Linares y Segami (1976). Siendo como resultado final -5497.18 watt. Hora/día.

Tabla 28:

Cálculo de la pérdida de calor por convección (muestra 1)

Descripción	unidad	int. Vivienda - cielorraso - área tapón		
		exterior	exterior viv.	- ext. Viv.
Volumen	m ³	41.53	13.06	2.33
Cambios por hora		2	1	1
Temperatura externa	°C	7.3	7.3	7.3
Temperatura interna	°C	13.8	14.1	9.7
Tiempo	horas/día	24	24	24
(Qv)	watt*hora/día	-4679.05	-769.67	-48.46
			total	-5497.18

Fuente: elaboración propia

MUESTRA 2: MÓDULO 11 DEL PNVR

calor interno (Q i)

Esta vivienda, durante los días de monitoreo se observa que la familia que vive se compone de una persona, la vivienda es ocupada durante el día en horas de almuerzo de 11:30 am a 1:00 pm, durante la noche desde la 6:00 pm hasta 8:30 am. La vivienda tiene la disponibilidad de energía eléctrica por lo cual la fuente de iluminación en la noche son 3 focos ahorradores por un tiempo de encendido de 5 horas, el día del monitoreo se utilizó 2 laptop por 18 horas.

Tabla 29:

Calor producido por las personas y artefactos utilizados (muestra 2)

PERSONAS				
ACTIVIDAD				
DESCRIPCION	durmiendo	sentado en descanso	sentado comiendo	UND
Cantidad	1	1	1	Und
Calor producido	75	98	98	kcal/hr.
Tiempo habitable	8	10	1.5	horas/día
Factor de conversión	1.163	1.163	1.163	watt*hora/kcal
Calor producido (Q_i)	697.8	1139.74	170.961	watt*hora/día
FOCOS				
ahorrador				
Cantidad	3			Und
Potencia	20			Watt
Tiempo de consumo	5			horas/día
Calor producido (Q_i)	300			watt*hora/día
ARTEFACTOS ELECTRONICOS (laptop)				
Cantidad	2			
Potencia	100			Watt
Tiempo de consumo	18			horas/día
Calor producido (Q_i)	3600			watt*hora/día
Q_i TOTAL	5908.501			watt*hora/día

Fuente: elaboración propia

calor por radiación solar (Q_s)

El principal factor en la ganancia de calor dentro de la vivienda es el comportamiento del sol durante el día, la salida del sol es 6:01 a.m. y la puesta del sol es 17:15 a.m. la duración del día es de 11:13 horas.

En esta vivienda se tiene dos ventanas de tipo V – 01 en donde uno de ellos está orientado al suroeste y tiene contacto con la radiación solar desde 06:30 am a 08:30 am durante ese tiempo se tuvo una irradiación 522.63 wh/m² y el otro al noroeste y

tiene contacto con la radiación solar desde 03:00 pm a 05:00 pm durante ese tiempo se tuvo una irradiación 417.92 wh/m² y la ventana de tipo V – 02 en donde se orienta al noreste y tiene contacto con la radiación solar desde 08:45 am a 12:30 am durante ese tiempo se tuvo una irradiación 2396.05 Wh/m².

Tabla 30:

Cálculo de la radiación solar mediante la ventana (muestra 2)

PARAMETRO	unidad	N	E	W	S
Área (A)	m ²	0.56	0.34	0.50	0.00
Intensidad de radiación solar (I)	W/m ²	638.95	261.31	208.96	0.00
Factor de ganancia (Θ)	-	0.88	0.88	0.88	0.00
Tiempo (T)	h	3.75	2.00	2.00	0.00
calor por radiación	wh/día	1179.30	154.53	185.36	0.00
			total	1519.18	W*h/día

Fuente: elaboración propia

El área de la superficie de la ventana V1 (ver figura 26) es 0.56 m² orientado al sureste en donde el porcentaje de sombra es un 40%, tendrá un área útil 0.34 m², la ventana de tipo V1 orientado al noroeste tiene un área de 0.56 m² en donde el porcentaje de sombra es un 10%, tendrá un área útil 0.50 m², la ventana de tipo V2 orientado al noreste tiene un área de 0.799 m² en donde el porcentaje de sombra es un 30%, tendrá un área útil 0.56 m².

para el análisis de ganancia térmica por radiación solar mediante la plancha de policarbonato transparente, se observó que la superficie inclinada del plano del techo de la vivienda con 1.338 m² orientada al noroeste tiene contacto con la radiación solar a partir de las 08:30 hasta 17.00 se tiene una irradiación de 4220.612 wh/m² en 8:30 horas y el plano inclinado del techo con 0.669 m² orientado hacia el sureste tiene un contacto con la radiación solar a partir de 06:30 a 15:45 se tiene una irradiación de 4586.804 wh/m² en 9:15 horas.

Tabla 31:

Cálculo de la radiación solar mediante policarbonato transparente (muestra 2)

PARAMETRO	unidad	N	E	W	S
Área (A)	m ²	0.00	0.67	1.34	0.00

Intensidad de radiación solar (I)	W/m ²	0.00	495.87	496.54	0.00
Factor de ganancia (Θ)	-	0.00	0.85	0.85	0.00
Tiempo (T)	h	0.00	9.25	8.50	0.00
calor por radiación	W*h/día	0.00	2608.29	4800.10	0.00
			total	7408.39	W*h/día

Fuente: elaboración propia

calor por conducción (Q_c)

en esta unidad los materiales constructivos de estas viviendas juegan un papel muy importante en donde se analizó la conducción que tienen los materiales a través de la envolvente. La temperatura que se obtuvo en el monitoreo (ver tabla 5) se utilizó para el cálculo son los siguientes:

Temperatura de interior vivienda:	12.3 °C
Temperatura de área tapón:	10.3 °C
Temperatura de área sobre cielorraso:	13.8 °C
Temperatura de exterior vivienda:	6.5 °C
Tiempo:	24 horas

análisis del muro

mediante una visualización de las características que componen el muro se clasifico en partes debido al material que compone el espesor estos muros (ver figura 27). Se puede observar el cálculo de la resistencia de cada material del muro en la tabla 10, el cálculo de la transmitancia térmica de cada elemento del muro en la tabla 11. Los cálculos de la muestra 2 se observan en las siguientes tablas y se muestran a continuación.

SC1: mortero cemento, sobrecimiento, yeso y contra sócalo madera (e = 0.44)

SC2: mortero cemento, sobrecimiento y yeso (ancho = 0.43m)

MA1: mortero cemento, muro de adobe y yeso (ancho= 0.43 m)

MA2: yeso, muro de adobe y yeso (ancho= 0.42 m)

VC1: yeso, viga collar, adobe y yeso (ancho= 0.42 m)

VC2: yeso, viga collar, adobe y mortero cemento (ancho= 0.43 m)

MI 1: yeso, sobrecimiento, yeso y contra sócalo madera (ancho= 0.43 m)

MI 2: yeso, sobrecimiento y yeso (ancho= 0.42 m)

Tabla 32:*Cálculo de área del muro (muestra 2)*

Material	e (m)	área (m ²)			
		cara sur	cara oeste	cara norte	cara este
vivienda interior					
SC1:	0.44	0.316	0.327	0.240	0.250
SC2:	0.43	0.474	0.491	0.360	0.380
MA1:	0.43	2.108	2.856	2.172	2.350
MA2:	0.42	7.979	6.925	4.594	5.020
VC1:	0.42	0.393	0.333	0.219	0.240
VC2:	0.43	0.000	0.076	0.079	0.076
área tapón					
SC2:	0.43	0.000	0.000	0.000	0.190
MA1:	0.43	0.000	0.000	0.000	0.5
MA2:	0.42	0.000	0.000	0.362	2.09
VC1:	0.42	0.000	0.000	0.000	0.09
área sobre cielorraso					
MA1:	0.43	0.000	0.112	0.154	0.112
MA2:	0.42	3.057	0.737	2.449	1.060
área tapón interior					
MI 1:	0.43	0.000	0.000	0.076	0.024
MI 2:	0.42	0.000	0.000	0.114	0.037
MA2:	0.42	0.000	0.000	3.066	1.496
VC1:	0.42	0.000	0.000	0.095	0.093

Fuente: elaboración propia

La siguiente tabla muestra el cálculo de la pérdida de calor por conducción a través de muros y es -12284.09 Watt. Hora/día.

Tabla 33:*Cálculo de pérdida de calor por conducción mediante muros (muestra 2)*

Material	ΔT	pérdida de calor por conducción			
		Q c cara S	Q c cara W	Q c cara N	Q c cara E
vivienda interior					
SC1:	-5.80	-2.95	-3.17	-2.42	-2.52

SC2:	-5.80	-4.99	-5.41	-4.15	-4.38
MA1:	-5.80	-13.43	-18.68	-14.59	-15.78
MA2:	-5.80	-51.53	-45.96	-31.31	-34.21
VC1:	-5.80	-1.73	-1.49	-1.00	-1.09
VC2:	-5.80	0.00	-0.34	-0.36	-0.34
área tapón					
SC2:	-3.80	0.00	0.00	0.00	-1.43
MA1:	-3.80	0.00	0.00	0.00	-2.20
MA2:	-3.80	0.00	0.00	-1.62	-9.33
VC1:	-3.80	0.00	0.00	0.00	-0.27
área sobre cielorraso					
MA1:	-7.30	0.00	-0.92	-1.30	-0.95
MA2:	-7.30	-24.85	-6.16	-21.01	-9.09
área tapón interior					
MI 1:	-2.00	0.00	0.00	-0.27	-0.09
MI 2:	-2.00	0.00	0.00	-0.46	-0.15
MA2:	-2.00	0.00	0.00	-7.21	-3.52
VC1:	-2.00	0.00	0.00	-0.15	-0.15
total, parcial		-99.48	-82.12	-85.84	-85.50
total, Qc (watt. Hora/día)					-10213.05

Fuente: elaboración propia

análisis del techo

para el cálculo de la pérdida de calor por conducción se hizo un análisis de los materiales empleados en la cubierta del techo como se observa en la figura 28, Se puede observar el cálculo de la resistencia de cada material del techo en la tabla 14. Los cálculos de la muestra 2 se observan en la siguiente tabla y se muestran a continuación.

C1: área de calamina y poliestireno

C2: área de calamina y correa tubo LAC

C3: área calamina, correa tubo LAC y tijeral

C4: área calamina, poliestireno y tijeral

C5: área policarbonato translucido

La siguiente tabla muestra el cálculo de la pérdida de calor por conducción a través del techo es -4913.34 Watt. Hora/día.

Tabla 34:

Cálculo de la pérdida de calor por conducción del techo (muestra 2)

Material	e (m)	Rb m² °C/watt	U W/m²°C	área (m²)	ΔT	Qc
C1:	0.0503	1.51515	0.60	18.29	-7.3	-80.23
C2:	0.0603	0.00006	3.24	1.17	-7.3	-27.56
C3:	0.1403	0.00014	2.13	0.02	-7.3	-0.35
C4:	0.1303	1.51523	0.55	0.37	-7.3	-1.49
C5:	0.001	0.00500	6.49	2.01	-7.3	-95.09
					Qc (watt*hora/dia)	-4913.34

Fuente: elaboración propia

análisis de la puerta

para el cálculo de la pérdida de calor por conducción se hizo un análisis de los materiales empleados en la puerta se observa en la figura 29 y 30, Se puede observar el cálculo de la resistencia de cada material de la puerta en la tabla 16, el cálculo de la transmitancia térmica de cada elemento de la puerta en la tabla 17.

P1- M: marco de madera puerta

P1- T: área pieza madera puerta.

P1- FM: triplay fenólico y bastidor de madera

P1- FP: triplay fenólico y poliestireno

P2 - M: marco de madera puerta

P2- TM: triplay y madera

P2- TP: triplay y poliestireno

Tabla 35:

Cálculo de área de los elementos de la puerta (muestra 2)

Material	e (m)	área (m²)			
		Cara sur	cara oeste	cara norte	cara este
P1- M:	0.09	0.000	0.000	0.108	0.000
P1- T:	0.045	0.000	0.000	0.611	0.000
P1- FM:	0.045	0.000	0.000	0.485	0.000

P1- FP:	0.045	0.000	0.000	0.534	0.000
P2 - M:	0.06	0.000	0.000	0.000	0.109
P2- TM:	0.037	0.000	0.000	0.000	0.184
P2- TP:	0.037	0.000	0.000	0.000	1.446

Fuente: elaboración propia

La siguiente tabla muestra el cálculo de la pérdida de calor por conducción a través de la puerta es -340.58 Watt. Hora/día

Tabla 36:

Cálculo de la pérdida de calor por conducción de la puerta (muestra 2)

Material	ΔT	pérdida de calor por conducción			
		Q c cara S	Q c cara W	Q c cara N	Q c cara E
P1- M:	-3.8	0.00	0.00	-0.50	0.00
P1- T:	-3.8	0.00	0.00	-4.67	0.00
P1- FM:	-3.8	0.00	0.00	-3.87	0.00
P1- FP:	-3.8	0.00	0.00	-1.67	0.00
P2 - M:	-2.0	0.00	0.00	0.00	-0.36
P2- TM:	-2.0	0.00	0.00	0.00	-0.78
P2- TP:	-2.0	0.00	0.00	0.00	-2.35
total, parcial Qc		0.00	0.00	-10.70	-3.49
total, Qc (watt. Hora/día)					-340.58

Fuente: elaboración propia

análisis de ventanas

para el cálculo de la pérdida de calor por conducción se hizo un análisis de los materiales empleados en la ventana se observa en la figura 31 y 32, Se puede observar el cálculo de la resistencia de cada material de la ventana en la tabla 20, el cálculo de la transmitancia térmica de cada elemento de la ventana en la tabla 21.

V1-MM: listón madera y marco aluminio

V1-MV: triplay, listón de madera y vidrio

V1-TV: triplay y vidrio

V1-LV: listón de madera y vidrio

V2-MM: listón madera y marco aluminio

V2-MV: triplay, listón de madera y vidrio

V2-TV: triplay y vidrio

V2-LV: listón de madera y vidrio

Tabla 37:

Cálculo de área de los elementos de la ventana (muestra 2)

Material	e (m)	área (m ²)			
		Cara sur	Cara oeste	Cara norte	Cara este
V1-MM:	0.224	0.000	0.083	0.000	0.083
V1-MV:	0.199	0.000	0.226	0.000	0.226
V1-TV:	0.199	0.000	0.326	0.000	0.326
V1-LV:	0.199	0.000	0.025	0.000	0.025
V2-MM:	0.224	0.000	0.000	0.094	0.000
V2-MV:	0.199	0.000	0.000	0.255	0.000
V2-TV:	0.199	0.000	0.000	0.539	0.000
V2-LV:	0.199	0.000	0.000	0.025	0.000

Fuente: elaboración propia

Tabla 38:

Cálculo de la pérdida de calor por conducción de la ventana (muestra 2)

Material	ΔT	pérdida de calor por conducción			
		Q c cara S	Q c cara W	Q c cara N	Q c cara E
V1-MM:	-5.80	0.00	-0.65	0.00	-0.67
V1-MV:	-5.80	0.00	-2.18	0.00	-2.27
V1-TV:	-5.80	0.00	-3.31	0.00	-3.44
V1-LV:	-5.80	0.00	-0.24	0.00	-0.25
V2-MM:	-5.80	0.00	0.00	-0.71	0.00
V2-MV:	-5.80	0.00	0.00	-2.56	0.00
V2-TV:	-5.80	0.00	0.00	-5.69	0.00
V2-LV:	-5.80	0.00	0.00	-0.25	0.00
total, parcial Qc		0.00	-6.38	-9.22	-6.63
total Qc (watt.hora/día)					-533.37

Fuente: elaboración propia

La tabla 38 muestra el cálculo de la pérdida de calor por conducción a través de la ventana es -533.37 Watt. Hora/día.

análisis del piso

para el cálculo de la pérdida de calor por conducción se hizo un análisis de los materiales empleados en el piso se observa en la figura 33, Se puede observar el cálculo de la resistencia de cada material del piso en la tabla 24. Los cálculos de la muestra 2 se observan en las siguientes tablas y se muestran a continuación.

PC-I: concreto, piedra y suelo (interior vivienda)

PC-T: concreto, piedra y suelo (tapón)

La siguiente tabla muestra el cálculo de la pérdida de calor por conducción a través del piso es -180.66 Watt. Hora/día

Tabla 39:

Cálculo de la pérdida de calor por conducción del piso (muestra 2)

Material	e (m)	Rb (m² °C/watt)	U (watt/m²°C)	área (m²)	ΔT	Qc
PC-I:	10.18	15.70	0.063	19.843	-5.8	-7.23
PC-T:	10.18	15.70	0.063	1.235	-3.8	-0.29
				Suma		-7.53
				Total		-180.66

Fuente: elaboración propia

análisis de cielorraso

para el cálculo de la pérdida de calor por conducción se hizo un análisis de los materiales empleados en el cielorraso se observa en la figura 34 y 35, Se puede observar el cálculo de la resistencia de cada material del cielorraso en la tabla 26, Los cálculos de la muestra 2 se observan en las siguientes tablas y se muestran a continuación.

BI: baldosa vinyl interior vivienda

MA: marco de aluminio

PA: policarbonato alveolar

BT: baldosa vinyl área tapón

La siguiente tabla muestra el cálculo de ganancia de calor por conducción a través de cielorraso es 3031.85 Watt. Hora/día

Tabla 40:

Cálculo de la pérdida de calor por conducción del cielorraso (muestra 2)

Material	e (m)	Rb (m ² °C/watt)	U (watt/m ² °C)	área (m ²)	ΔT	Qc
BI:	0.006	0.11111	3.84	16.68	1.5	96.19
MA:	0.050	0.00003	3.24	0.22	1.5	1.06
PA:	0.006	-	3.60	2.68	1.5	14.49
BT:	0.006	0.11111	3.84	1.08	3.5	14.59
Total						3031.85

Fuente: elaboración propia

calor por convección (Q s)

para el cálculo se utilizó la ecuación 6 y 7 de la presente investigación, se consideró 2 el número de revoluciones de aire por hora, por tratarse de tener 3 aberturas la vivienda según Linares y Segami (1976). Siendo como resultado final -5078.15 watt. Hora/día.

Tabla 41:

Cálculo de la pérdida de calor por convección (muestra2)

Descripción	unidad	int. Vivienda - exterior	cielorraso - exterior viv	área tapón - ext viv
Volumen	m ³	41.53	13.06	2.33
Cambios por hora		2	1	1
Temperatura externa	°C	6.5	6.5	6.5
Temperatura interna	°C	12.3	13.8	10.3
Tiempo	horas / día	24	24	24
Qv	w* h / día	-4175.15	-826.26	-76.73
Total				-5078.15

Fuente: elaboración propia

MUESTRA 3: MÓDULO 12 DEL PNVR

calor interno (Q i)

Esta vivienda, durante los días de monitoreo se observa que la familia que vive se compone de dos personas, la vivienda es ocupada durante el día en horas de almuerzo de 11:30 am a 1:00 pm, durante la noche desde la 6:20 pm hasta 7:30 am. La vivienda tiene la disponibilidad de energía eléctrica por lo cual la fuente de iluminación en la noche son 3 focos ahorradores por un tiempo de encendido de 5 horas, el día del monitoreo se utilizó 2 laptop por 17 horas.

Tabla 42:

Calor producido por las personas y artefactos utilizados (muestra 3)

PERSONAS				
DESCRIPCION	ACTIVIDAD			UND
	durmiendo	sentado en descanso	sentado comiendo	
Cantidad	2	1	2	und
Calor producido	75	98	98	kcal/hr.
Tiempo habitable	8	11	1.5	horas/día
Factor de conversión	1.163	1.163	1.163	watt*hora/kcal
Calor producido (Q_i)	1395.6	1253.714	341.922	watt*hora/día
FOCOS				
	ahorrador			
Cantidad	3			und
Potencia	20			watt
Tiempo de consumo	5			horas/día
Calor producido (Q_i)	300			watt*hora/día
ARTEFACTOS ELECTRONICOS (laptop)				
Cantidad	2			
Potencia	100			Watt
Tiempo de consumo	17			horas/día
Calor producido (Q_i)	3400			watt*hora/día
Q_i TOTAL	6691.236			watt*hora/día

Fuente: elaboración propia

calor por radiación solar (Q_s)

El principal factor en la ganancia de calor dentro de la vivienda es el comportamiento del sol durante el día, la salida del sol es 6:01 y la puesta del sol es 17:15 horas la duración del día es de 11:13 horas.

En esta vivienda se tiene dos ventanas de tipo V – 01 en donde uno de ellos está orientado al sureste y tiene contacto con la radiación solar desde 06:30 a 08:00 horas durante ese tiempo se tuvo una irradiación 114.12 wh/m² y el otro al noroeste y tiene contacto con la radiación solar desde 14:15 a 17:00 horas durante ese tiempo se tuvo una irradiación 553.03 wh/m² y la ventana de tipo V – 02 en donde se orienta al suroeste y no tiene contacto con la radiación solar.

Tabla 43:

Cálculo de la radiación solar mediante la ventana (muestra 3)

PARAMETRO	unidad	N	E	W	S
Área (A)	m ²	0.00	0.34	0.50	0.80
Intensidad de radiación solar (I)	W/m ²	0.00	76.08	201.10	0.00
Factor de ganancia (Θ)	-	0.00	0.88	0.88	0.00
Tiempo (T)	h	0.00	1.50	2.75	0.00
calor por radiación	wh/día	0.00	33.74	245.28	0.00
			total	279.02	wh/día

Fuente: elaboración propia

El área de la superficie de la ventana V1 es 0.56 m² orientado al sureste en donde el porcentaje de sombra es un 40%, tendrá un área útil 0.34 m², la ventana de tipo V1 orientado al noroeste tiene un área de 0.56 m² en donde el porcentaje de sombra es un 10%, tendrá un área útil 0.50 m².

para el análisis de ganancia térmica por radiación solar mediante la plancha de policarbonato transparente, se observó que la superficie inclinada del plano del techo de la vivienda con 1.338 m² orientada al sureste tiene contacto con la radiación solar a partir de las 06:30 horas hasta 15.45 horas se tiene una irradiación de 3930.825 wh/m² en 9:15 horas y el plano inclinado del techo con 0.669 m² orientado hacia el noroeste tiene un contacto con la radiación solar a partir de 08:30 horas a 17:00 horas se tiene una irradiación de 3843.313 wh/m² en 8:30 horas.

Tabla 44:*Cálculo de la radiación solar mediante la ventana (muestra 3)*

PARAMETRO	unidad	N	E	W	S
Área (A)	m ²	0.00	1.34	0.67	0.00
Intensidad de radiación solar (I)	W/m ²	0.00	424.95	452.15	0.00
Factor de ganancia (Θ)	-	0.00	0.85	0.85	0.00
Tiempo (T)	h	0.00	9.25	8.50	
calor por radiación	W*h/día	0.00	4470.53	2185.50	0.00
			total	6656.03	W*h/día

Fuente: elaboración propia

calor por conducción (Q_c)

en esta unidad los materiales constructivos de estas viviendas juegan un papel muy importante en donde se analizó la conducción que tienen los materiales a través de la envolvente. La temperatura que se obtuvo en el monitoreo (ver figura 6) se utilizó para el cálculo son los siguientes:

Temperatura de interior vivienda:	12.2 °C
Temperatura de área tapón:	9.5 °C
Temperatura de área sobre cielorraso:	12.8 °C
Temperatura de exterior vivienda:	7.9 °C
Tiempo:	24 horas

análisis del muro

mediante una visualización de las características que componen el muro se clasifico en partes debido al material que compone el espesor estos muros (ver figura 27). Se puede observar el cálculo de la resistencia de cada material del muro en la tabla 10, el cálculo de la transmitancia térmica de cada elemento del muro en la tabla 11. Los cálculos de la muestra 3 se observan en las siguientes tablas y se muestran a continuación.

SC1: mortero cemento, sobrecimiento, yeso y contra sócalo madera (e = 0.44)

SC2: mortero cemento, sobrecimiento y yeso (ancho = 0.43m)

MA1: mortero cemento, muro de adobe y yeso (ancho= 0.43 m)

MA2: yeso, muro de adobe y yeso (ancho= 0.42 m)

VC1: yeso, viga collar, adobe y yeso (ancho= 0.42 m)

VC2: yeso, viga collar, adobe y mortero cemento (ancho= 0.43 m)

MI 1: yeso, sobrecimiento, yeso y contra sócalo madera (ancho= 0.43 m)

MI 2: yeso, sobrecimiento y yeso (ancho= 0.42 m)

Tabla 45:

Cálculo de área del muro (muestra 3)

Material	e (m)	área (m ²)			
		Cara sur	Cara oeste	Cara norte	Cara este
vivienda interior					
SC1:	0.44	0.240	0.250	0.316	0.327
SC2:	0.43	0.360	0.380	0.474	0.491
MA1:	0.43	2.172	2.350	2.108	2.856
MA2:	0.42	4.594	5.020	7.979	6.925
VC1:	0.42	0.219	0.240	0.393	0.333
VC2:	0.43	0.079	0.076	0.000	0.076
área tapón					
SC2:	0.43	0.000	0.190	0.000	0.000
MA1:	0.43	0.000	0.5	0.000	0.000
MA2:	0.42	0.362	2.09	0.000	0.000
VC1:	0.42	0.000	0.09	0.000	0.000
área sobre cielorraso					
MA1:	0.43	0.154	0.112	0.000	0.112
MA2:	0.42	2.449	1.060	3.057	0.737
área tapón interior					
MI 1:	0.43	0.076	0.024	0.000	0.000
MI 2:	0.42	0.114	0.037	0.000	0.000
MA2:	0.42	3.066	1.496	0.000	0.000
VC1:	0.42	0.095	0.093	0.000	0.000

Fuente: elaboración propia

La siguiente tabla muestra el cálculo de la pérdida de calor por conducción a través de muros y es -9041.22 Watt. Hora/día

Tabla 46:

Cálculo de pérdida de calor por conducción a través de muro (muestra 3)

Material	ΔT	pérdida de calor por conducción			
		Q c cara S	Q c cara W	Qc cara N	Q c cara E
vivienda interior					
SC1:	-4.30	-1.66	-1.80	-2.36	-2.45
SC2:	-4.30	-2.81	-3.10	-4.05	-4.19
MA1:	-4.30	-10.26	-11.40	-10.50	-14.22
MA2:	-4.30	-22.00	-24.70	-40.32	-34.99
VC1:	-4.30	-0.71	-0.80	-1.33	-1.12
VC2:	-4.30	-0.25	-0.25	0.00	-0.25
área tapón					
SC2:	-1.60	0.00	-0.58	0.00	0.00
MA1:	-1.60	0.00	-0.90	0.00	0.00
MA2:	-1.60	-0.64	-3.83	0.00	0.00
VC1:	-1.60	0.00	-0.11	0.00	0.00
área cielo raso					
MA1:	-4.90	-0.83	-0.62	0.00	-0.64
MA2:	-4.90	-13.36	-5.94	-17.60	-4.24
área tapón interior					
MI 1:	-2.70	-0.34	-0.11	0.00	0.00
MI 2:	-2.70	-0.57	-0.19	0.00	0.00
MA2:	-2.70	-9.22	-4.62	0.00	0.00
VC1:	-2.70	-0.19	-0.19	0.00	0.00
total, parcial Qc		-62.85	-59.14	-76.15	-62.11
total, Qc					(watt. Hora/día) -7513.33

Fuente: elaboración propia

análisis del techo

para el cálculo de la pérdida de calor por conducción se hizo un análisis de los materiales empleados en la cubierta del techo como se observa en la figura 28, Se

puede observar el cálculo de la resistencia de cada material del techo en la tabla 14. Los cálculos de la muestra 3 se observan en la siguiente tabla y se muestran a continuación.

- C1: área de calamina y poliestireno
- C2: área de calamina y correa tubo LAC
- C3: área calamina, correa tubo LAC y tijeral
- C4: área calamina, poliestireno y tijeral
- C5: área policarbonato translucido

La siguiente tabla muestra el cálculo de la pérdida de calor por conducción a través del techo es -3297.99 Watt. Hora/día.

Tabla 47:

Cálculo de la pérdida de calor por conducción del techo (muestra 3)

Material	e (m)	Rb (m²°C/watt)	U watt/m² °C	área (m²)	ΔT	Qc
C1:	0.0503	1.51515	0.60	18.29	-4.9	-53.85
C2:	0.0603	0.00006	3.24	1.17	-4.9	-18.50
C3:	0.1403	0.00014	2.13	0.02	-4.9	-0.23
C4:	0.1303	1.51523	0.55	0.37	-4.9	-1.00
C5:	0.001	0.00500	6.49	2.01	-4.9	-63.83
Qc (watt. Hora/día)						-3297.99

Fuente: elaboración propia

análisis de la puerta

para el cálculo de la pérdida de calor por conducción se hizo un análisis de los materiales empleados en la puerta se observa en la figura 29 y 30, Se puede observar el cálculo de la resistencia de cada material de la puerta en la tabla 16, el cálculo de la transmitancia térmica de cada elemento de la puerta en la tabla 17.

- P1- M: marco de madera puerta
- P1- T: área pieza madera puerta.
- P1- FM: triplay fenólico y bastidor de madera
- P1- FP: triplay fenólico y poliestireno

Tabla 48:*Cálculo de área de los elementos de la puerta (muestra 3)*

Material	e (m)	área (m ²)			
		cara sur	cara oeste	cara norte	cara este
P1- M:	0.09	0.108	0.000	0.000	0.000
P1- T:	0.045	0.611	0.000	0.000	0.000
P1- FM:	0.045	0.485	0.000	0.000	0.000
P1- FP:	0.045	0.534	0.000	0.000	0.000
P2 - M:	0.06	0.000	0.109	0.000	0.000
P2- TM:	0.037	0.000	0.184	0.000	0.000
P2- TP:	0.037	0.000	1.446	0.000	0.000

Fuente: elaboración propia

La siguiente tabla muestra el cálculo de la pérdida de calor por conducción a través de la puerta es -209.74 Watt. Hora/día

Tabla 49:*Cálculo de la pérdida de calor por conducción de la puerta (muestra 3)*

Material	ΔT	pérdida de calor por conducción			
		Q c cara S	Q c cara W	Q c cara N	Q c cara E
P1- M:	-1.60	-0.20	0.00	0.00	0.00
P1- T:	-1.60	-1.80	0.00	0.00	0.00
P1- FM:	-1.60	-1.48	0.00	0.00	0.00
P1- FP:	-1.60	-0.68	0.00	0.00	0.00
P2 - M:	-2.70	0.00	-0.47	0.00	0.00
P2- TM:	-2.70	0.00	-1.01	0.00	0.00
P2- TP:	-2.70	0.00	-3.11	0.00	0.00
total, parcial Qc		-4.15	-4.59	0.00	0.00
total, Qc (watt. Hora/día)					-209.74

Fuente: elaboración propia

análisis de ventanas

para el cálculo de la pérdida de calor por conducción se hizo un análisis de los materiales empleados en la ventana se observa en la figura 31 y 32, Se puede

observar el cálculo de la resistencia de cada material de la ventana en la tabla 20, el cálculo de la transmitancia térmica de cada elemento de la ventana en la tabla 21.

V1-MM: listón madera y marco aluminio

V1-MV: triplay, listón de madera y vidrio

V1-TV: triplay y vidrio

V1-LV: listón de madera y vidrio

V2-MM: listón madera y marco aluminio

V2-MV: triplay, listón de madera y vidrio

V2-TV: triplay y vidrio

V2-LV: listón de madera y vidrio

Tabla 50:

Cálculo de área de los elementos de la ventana (muestra 3)

Material	e (m)	área (m ²)			
		Cara sur	Cara oeste	cara norte	Cara este
V1-MM:	0.224	0.000	0.083	0.000	0.083
V1-MV:	0.199	0.000	0.226	0.000	0.226
V1-TV:	0.199	0.000	0.326	0.000	0.326
V1-LV:	0.199	0.000	0.025	0.000	0.025
V2-MM:	0.224	0.094	0.000	0.000	0.000
V2-MV:	0.199	0.255	0.000	0.000	0.000
V2-TV:	0.199	0.539	0.000	0.000	0.000
V2-LV:	0.199	0.025	0.000	0.000	0.000

Fuente: elaboración propia

La siguiente tabla muestra el cálculo de la pérdida de calor por conducción a través de la ventana es -383.67 Watt. Hora/día

Tabla 51:

Cálculo de la pérdida de calor por conducción de la ventana (muestra 3)

Material	ΔT	pérdida de Qc			
		Q c cara S	Q c cara W	Q c cara N	Q c cara E
V1-MM:	-4.30	0.00	-0.48	0.00	-0.49

V1-MV:	-4.30	0.00	-1.62	0.00	-1.68
V1-TV:	-4.30	0.00	-2.45	0.00	-2.55
V1-LV:	-4.30	0.00	-0.18	0.00	-0.19
V2-MM:	-4.30	-0.53	0.00	0.00	0.00
V2-MV:	-4.30	-1.76	0.00	0.00	0.00
V2-TV:	-4.30	-3.89	0.00	0.00	0.00
V2-LV:	-4.30	-0.17	0.00	0.00	0.00
total, parcial Qc		-6.34	-4.73	0.00	-4.92
total, Qc (watt. Hora/día)					-383.67

Fuente: elaboración propia

análisis del piso

para el cálculo de la pérdida de calor por conducción se hizo un análisis de los materiales empleados en el piso se observa en la figura 33, Se puede observar el cálculo de la resistencia de cada material del piso en la tabla 24.

PC-I: concreto, piedra y suelo (interior vivienda)

PC-T: concreto, piedra y suelo (tapón)

La siguiente tabla muestra el cálculo de la pérdida de calor por conducción a través del piso es -131.67 Watt. Hora/día.

Tabla 52:

Cálculo de la pérdida de calor por conducción del piso (muestra 3)

Material	e (m)	Rb (m ² °C/watt)	U (watt/m ² °C)	área (m ²)	ΔT	Qc
PC-I:	10.18	15.70	0.063	19.843	-4.3	-5.362
PC-T:	10.18	15.70	0.063	1.235	-1.6	-0.124
				Suma		-5.48
				Total		-131.67

Fuente: elaboración propia

análisis de cielorraso

para el cálculo de la pérdida de calor por conducción se hizo un análisis de los materiales empleados en el cielorraso se observa en la figura 34 y 35, Se puede observar el cálculo de la resistencia de cada material del cielorraso en la tabla 26.

BI: baldosa vinyl interior vivienda

MA: marco de aluminio

PA: policarbonato alveolar

BT: baldosa vinyl área tapón

La siguiente tabla muestra el cálculo de la ganancia de calor por conducción a través del cielorraso es 1402.77 Watt. Hora/día.

Tabla 53:

Cálculo de la pérdida de calor por conducción del cielorraso (muestra 3)

Material	e (m)	Rb (m ² °C/watt)	U (watt/m ² °C)	área (m ²)	ΔT	Qc
BI:	0.006	0.111111	3.84	16.68	0.6	38.48
MA:	0.050	0.00003	3.24	0.22	0.6	0.43
PA:	0.006	-	3.60	2.68	0.6	5.80
BT:	0.006	0.111111	3.84	1.08	3.3	13.75
					suma	58.45
					Total	1402.77

Fuente: elaboración propia

calor por convección (Q s)

para el cálculo se utilizó la ecuación 6 y 7 de la presente investigación, se consideró 2 el número de revoluciones de aire por hora, por tratarse de tener 3 aberturas la vivienda según Linares y Segami (1976). Se obtiene como resultado final -3682.29 watt. Hora/día.

Tabla 54:

Cálculo de la pérdida de calor por convección (muestra3)

Descripción	Unidad	int. Vivienda - exterior	cielorraso - exterior viv	área tapón - ext viv
Volumen	m ³	41.53	13.06	2.33
Cambios por hora		2	1	1
Temperatura externa	°C	7.9	7.9	7.9

Temperatura interna	°C	12.2	12.8	9.5
Tiempo	horas / día	24	24	24
(Qv)	w*h/día	-3095.37	-554.61	-32.31
			total	-3682.29

Fuente: elaboración propia

En la siguiente tabla se tiene un resumen de los resultados obtenidos del balance térmico con los datos recopilados en el monitoreo que no llegan al confort térmico de una vivienda, según el reglamento nacional de edificaciones en su norma EM. 110 indica que el confort térmico en viviendas es de 18 °C, como también el autor Koenisberger et al. (1977) indica que el margen de adaptabilidad de las personas que viven en regiones frías la temperatura del confort se considera como mínimo 14°C y máximo 20°C y un óptimo de 17°C se observa en la tabla 77 del anexo 5.

Tabla 55:

Resumen calor por conducción

Calor por conducción	muestra 1	muestra 2	muestra 3
<i>Muro</i>	-11196.04	-10213.05	-7513.33
<i>Techo</i>	-4577.87	-4913.34	-3297.99
<i>puerta</i>	-324.90	-340.58	-209.74
<i>ventana</i>	-591.26	-533.37	-383.67
<i>piso</i>	-199.00	-180.66	-131.67
<i>Cielorraso</i>	976.44	3031.85	1402.77

Fuente: elaboración propia

Tabla 56:

Resumen del balance térmico con datos de campo

	muestra 1	muestra 2	muestra 3
calor interno	6949.18	5908.50	6691.24
Calor por radiación solar	8298.49	8927.57	6935.05
Calor por conducción	-15912.63	-13149.15	-10133.64
Calor por convección	-5497.18	-5078.15	-3682.29
Calor Total (Q)	-6162.14	-3391.22	-189.64

Fuente: elaboración propia

ANÁLISIS POR VARIACIÓN DE TEMPERATURA

Dado que la temperatura en cada muestra monitoreada se obtiene datos diferentes, para poder realizar una interpretación y comparación entre las muestras 1,2 y 3 se tomaron en cuenta los siguientes datos de temperatura de diseño para obtener el confort térmico y se mencionan a continuación.

Temperatura de interior vivienda	:17.0 °C
Temperatura de área tapón	:12.4 °C
Temperatura de área sobre cielorraso	:17.8 °C
Temperatura de exterior vivienda (registrado en campo)	:7.3 °C
Tiempo	:24 horas

Estos datos fueron reemplazados en los cálculos que se realizó en la muestra 1, del resultado final se ha interpretado que estas viviendas evaluadas del PNVR pierden calor, luego de realizar el balance térmico se tiene como resultado un valor diferente de cero y negativo por tal sentido no se logró el equilibrio térmico según Koenisberger et al. (1977). Y se observa en la siguiente tabla:

Tabla 57:

Resumen calor por conducción por unidad de temperatura

Calor por conducción	muestra 1	muestra 2	muestra 3
<i>Muro</i>	-16720.47	-16700.17	-16735.83
<i>Techo</i>	-7068.77	-7068.77	-7068.77
<i>puerta</i>	-527.21	-537.35	-505.20
<i>ventana</i>	-882.34	-892.01	-865.50
<i>piso</i>	-299.80	-299.80	-299.80
<i>Cielorraso</i>	1970.38	1970.38	1970.38

Fuente: elaboración propia

Tabla 58:

Resumen del balance térmico con datos de diseño

	muestra 1	muestra 2	muestra 3
calor interno	6949.18	6949.18	6949.18
Calor por radiación solar	8298.49	9882.81	8627.38

Calor por conducción	-23528.21	-23527.72	-23504.71
Calor por convección	-8274.02	-8274.02	-8274.02
Calor Total (Q)	-16554.56	-14969.75	-16202.17

Fuente: elaboración propia

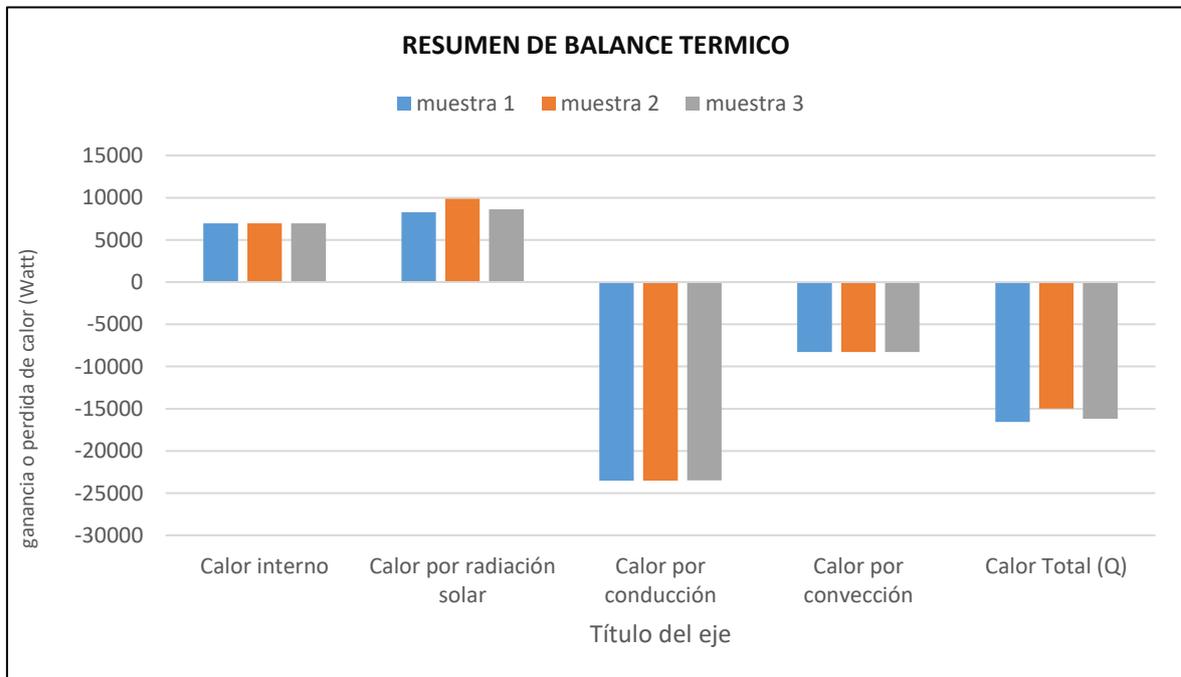


Figura 36. Resultado del balance térmico de las muestras evaluadas.

Fuente: elaboración propia

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Evaluación de la orientación:

De acuerdo a la proyección solar en la latitud de -15° y longitud -70° , el eje longitudinal de la vivienda (orientación de la puerta) es adecuado que este orientado del sur a norte debido a que la dirección del viento más frecuente durante el año es del oeste como se observa en la tabla 93 del Senamhi del anexo 5 para evitar el ingreso deliberado del viento mediante su abertura más grande que es la puerta, como también es recomendable que las caras superficiales de los muros de mayor área se orientan hacia el este y oeste al igual de las ventanas, policarbonato transparente del techo con el fin de recibir por más tiempo la radiación solar en estas superficies mencionadas, estas características lo tiene la muestra 2 debido a que tiene mayor ganancia de calor por radiación solar y es 9882.81 Watt. Hora/día

a la diferencial de la muestra 1 que tiene 8298.49 Watt. Hora/día y muestra 3 tiene 8627.38 Watt. Hora/día.

Evaluación del balance térmico.

Calor interno Este parámetro depende de la cantidad de personas que viven en la vivienda y agregar el uso de electrodomésticos o dispositivos para aumentar la ganancia de calor hará una gran diferencia en los resultados, como en la muestra 1 habitan dos personas, cuenta con 3 focos ahorradores de 20 watt y artefactos como computadora portátil y se tiene una ganancia de 6949.18 Watt. Hora/día.

Calor por radiación solar: las ventanas y materiales que facilitan el acceso de radiación solar juegan un papel importante en la obtención de este parámetro, es recomendable que estén orientadas hacia el oeste y este debido a que el ciclo de traslación del sol es en ese sentido y es un típico ejemplo la muestra 2 en donde sus ventanas están orientadas hacia el este, oeste y norte que genera mayor ganancia de calor por radiación solar que las muestras 1 y 3.

Calor por conducción:

Muros:

la muestra 2 tiene menor cantidad de pérdida de calor por conducción que es -- 16700.2 Watt. Hora/día debido a la ubicación y orientación de las caras de esta vivienda por una diferencia mínima con respecto a la muestra 1 y 3. Los materiales empleados en estas viviendas no son eficientes en poder o darle aislamiento térmico por tal sentido se requiere conseguir el aislamiento térmico con la utilización de otros materiales

Techo:

los materiales empleados en estas viviendas no garantizan el aislamiento térmico a pesar que tiene poliestireno expandido, como también presenta calaminas metálicas como cubierta exterior y policarbonato translucido. Estos materiales son característicos por su alta transmitancia térmica lo que favorece en el día la ganancia de calor como también la rápida pérdida de calor en horas de la noche.

La pérdida de calor que genera mediante el techo estas viviendas es de -7068.77 Watt. Hora/día.

Puerta:

se tiene una menor pérdida de calor por conducción debido a que la puerta contienen poliestireno expandido y ha sido efectiva.

Ventanas:

se tiene una menor pérdida de calor debido a que tiene una contraventana de madera y triplay que genera una cámara de aire que actúa como barrera térmica.

Pisos:

se tiene una menor pérdida de calor debido al material del piso es concreto.

Calor por convección: la pérdida de calor se debe a la relación del volumen que tiene la vivienda por tal sentido el espacio interior vivienda tiene 41.3 m³ y una pérdida de calor de -6982.58 Watt. Hora/día, espacio tapón tiene 2.33 m³ y una pérdida de calor de -102.99 Watt. Hora/día, espacio cielorraso tiene 13.06 m³, y una pérdida de calor de -1188.46 Watt. Hora/día.

De acuerdo al análisis final de los resultados corroboro y reafirmo la menor pérdida de calor lo tiene la muestra 2, pero no alcanza obtener el confort térmico que plantea Koenisberger et al. (1977) en donde indica que el margen de adaptabilidad de las personas que viven en regiones frías la temperatura del confort se considera como mínimo 14°C y máximo 20°C y un óptimo de 17°C, de manera que se procedió a plantear una estrategia de mejora de la misma infraestructura del PNVR para llegar al confort térmico de la vivienda.

ESTRATEGIA DE MEJORAMIENTO

Al comparar el resultado del balance térmico de las viviendas se observó que la muestra 2 tiene menor cantidad de pérdida de calor, a esta vivienda se plantea una propuesta de mejora que consiste en cambiar o agregar materiales aislantes,

corrigiendo su orientación para el mejor aprovechamiento, ganancia solar y conservación del calor.

propuesta de mejora

El eje longitudinal de la vivienda debe estar orientada de Sur a Norte, la puerta principal de ingreso debe estar orientada hacia el norte o este para evitar el ingreso deliberado del viento que gran parte del año se origina del oeste, las ventanas y superficies transparentes que permitan el ingreso de la radiación solar deben estar orientados hacia el este y oeste para aprovechar la radiación solar del ciclo de traslación del sol que es del oeste hacia el este.

En muros se añadirá un material llamado aislante térmico con doble capas de aluminio adherida a burbujas de polietileno con un espesor de 6 mm, y deben ser aseguradas con malla metálica que permitan la adhesión con el yeso y mortero cemento-arena.

En la cubierta se añadirá una capa de paja de 2 cm, una capa de estera de totora de 1cm y aislante térmico con doble capas de aluminio adherida a burbujas de polietileno con un espesor de 4 mm.

En la cubierta se ampliará el área de policarbonato translucido en 4.01 m² para obtener una mayor ganancia de calor por radiación solar.

Protección en ventanas, se añadirá poliestireno expandido dentro de la contraventana, deben ser cerradas durante la noche para evitar la pérdida de calor por conducción

En el piso, se añadirá alfombras de cuero de oveja para evitar la pérdida de calor.

Para alcanzar el confort térmico se utilizará una estufa eléctrica como fuente de calor en temporadas de friaje extrema.

EVALUACIÓN DE LA ORIENTACIÓN DE LA VIVIENDA

Estas viviendas deben estar orientados hacia el norte su ingreso principal, debido a que la dirección del viento promedio anual viene del oeste (W) (ver anexo 6, tabla

93) y así evitar el ingreso deliberado del viento mediante sus aberturas. La dirección del eje A-A de la vivienda debe tener un azimut de 0° para poder tener una ganancia térmica por radiación solar lo más óptimo posible.

Según la proyección ortogonal del ciclo del recorrido del sol se analizó el impacto de la radiación solar con respecto a la envolvente de la vivienda, por ende; se tiene dos ventanas de tipo V – 01 en donde uno de ellos está orientado al oeste y el otro al este, se tiene una ventana de tipo V – 02 en donde se orienta al norte, se tiene dos planchas de policarbonato ondulado transparente en el techo uno orientado al oeste y el otro al este, y todas están en contacto con la radiación solar.

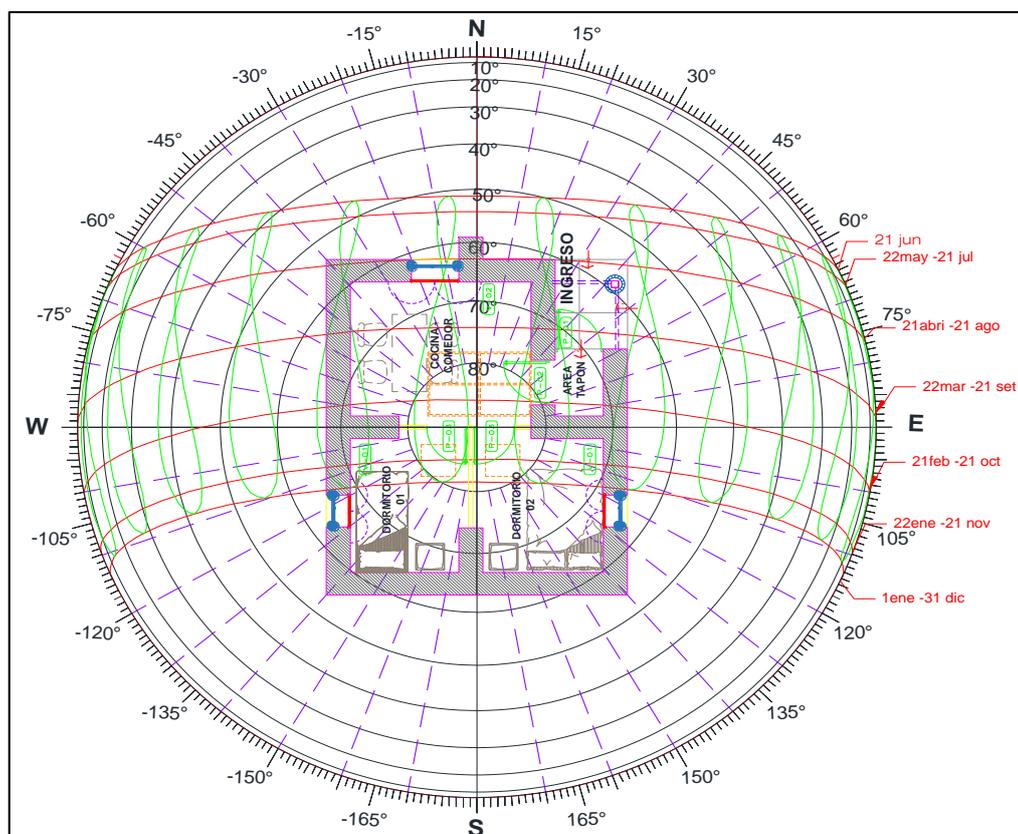


Figura 37. Trayectoria solar 2D y orientación de la vivienda replanteada

Fuente: elaboración propia

EVALUACIÓN DEL BALANCE TÉRMICO

Calor interno (Qi)

Para el cálculo de calor interno se considera padre, madre y 2 hijos en la habitabilidad promedio, la vivienda cuenta con energía eléctrica para el uso de artefactos.

Tabla 59:

Calor producido por las personas y artefactos utilizados en el replanteo

PERSONAS				
DESCRIPCION	ACTIVIDAD			UND
	durmiendo	sentado en descanso	sentado comiendo	
Cantidad	4	2	4	Und
Calor producido	75	98	98	kcal/hr.
Tiempo habitable	8	8	2	horas/día
Factor de conversión	1.163	1.163	1.163	watt*hora/kcal
Calor producido (Q i)	2791.2	1823.584	911.792	watt*hora/día
ARTEFACTOS ELECTRONICOS				
	FOCO	DVD	ESTUFA	
Cantidad	3	1	1	Und
Potencia	20	200	1500	Watt
Tiempo de consumo	5.1	3.6	1.6	horas/día
Calor producido (Q i)	306	720	2400	watt*hora/día
ARTEFACTOS ELECTRONICOS				
	televisor	plancha	computadora	
Cantidad	1	1	1	
Potencia	200	1000	200	Watt
Tiempo de consumo	6	0.3	7	horas/día
Calor producido (Q i)	1200	300	1400	watt*hora/día
Q i TOTAL	11852.57			watt*hora/día

Fuente: elaboración propia

calor por radiación solar (Q s)

El principal factor en la ganancia de calor dentro de la vivienda es el comportamiento del sol durante el día, la ganancia de calor se debe a las ventanas (ver figura 26) y al policarbonato translucido del techo.

las ventanas de tipo V – 01 orientado al este tiene contacto con la radiación solar desde 06:30 am a 08:30 am durante ese tiempo se tuvo una irradiación 424.38

wh/m² y el otro al oeste tiene contacto con la radiación solar desde 03:00 pm a 05:00 pm durante ese tiempo se tuvo una irradiación 201.33 wh/m² y la ventana de tipo V-02 en donde se orienta al norte y tiene contacto con la radiación solar desde 08:45 am a 12:30 am durante ese tiempo se tuvo una irradiación 3124.12 Wh/m².

El área de la superficie de la ventana V1 es 0.56 m² orientado al este en donde el porcentaje de sombra es un 10%, tendrá un área útil 0.50 m², la ventana de tipo V1 orientado al oeste tiene un área de 0.56 m² en donde el porcentaje de sombra es un 10%, tendrá un área útil 0.50 m², la ventana de tipo V2 orientado al noreste tiene un área de 0.799 m² en donde el porcentaje de sombra es un 30%, tendrá un área útil 0.56 m².

Tabla 60:

Cálculo de calor por radiación solar mediante la ventana (replanteo)

PARAMETRO	unidad	N	E	W	S
Área (A)	m ²	0.56	0.50	0.50	0.00
Intensidad de radiación solar (I)	W/m ²	833.10	212.19	100.66	0.00
Factor de ganancia (Θ)	-	0.88	0.88	0.88	0.00
Tiempo (T)	H	3.75	2.00	2.00	0.00
calor por radiación	W*h/día	1537.64	188.22	89.29	0.00
			total	1815.15	W*h/día

Fuente: elaboración propia

para el análisis de ganancia térmica por radiación solar mediante la plancha de policarbonato transparente, se observó que la superficie inclinada del plano del techo de la vivienda con 2.68 m² orientada al oeste tiene contacto con la radiación solar a partir de las 08:30 hasta 17.00 se tiene una irradiación de 4652.35 wh/m² en 8:30 horas y el plano inclinado del techo con 1.34 m² orientado hacia el sureste tiene un contacto con la radiación solar a partir de 06:30 a 15:45 se tiene una irradiación de 4993.03 wh/m² en 9:15 horas.

Tabla 61:

Cálculo de la radiación solar mediante policarbonato transparente (replanteo)

PARAMETRO	unidad	N	E	W	S
Área (A)	m ²	0.00	1.34	2.68	0.00
Intensidad de radiación solar (I)	W/m ²	0.00	539.79	547.33	0.00

Factor de ganancia (Θ)	-	0.00	0.85	0.85	0.00
Tiempo (T)	H	0.00	9.25	8.50	0.00
calor por radiación	W*h/día	0.00	5687.06	10582.23	0.00
			total	16269.29	W*h/día

Fuente: elaboración propia

calor por conducción (Q_c)

análisis del muro

en el análisis del muro de viviendas del PNVR, para una estrategia de mejoramiento se le añadió un aislante térmico de doble capa de aluminio adherida a burbujas de polietileno con un espesor de 6 mm.

SC1: mortero cemento, sobrecimiento, yeso, contra sócalo madera y aislante térmico ($e = 0.446$)

SC2: mortero cemento, sobrecimiento, yeso y aislante térmico (ancho = 0.436m)

MA1: mortero cemento, muro de adobe, yeso y aislante térmico (ancho= 0.436 m)

MA2: yeso, muro de adobe, yeso y aislante térmico (ancho= 0.426 m)

VC1: yeso, viga collar, adobe, yeso y aislante térmico (ancho= 0.426 m)

VC2: yeso, viga collar, adobe, mortero cemento y aislante térmico (ancho=0.436 m)

MI 1: yeso, sobrecimiento, yeso, contra sócalo madera y aislante térmico (ancho= 0.436 m)

MI 2: yeso, sobrecimiento, yeso y aislante térmico (ancho= 0.426 m)

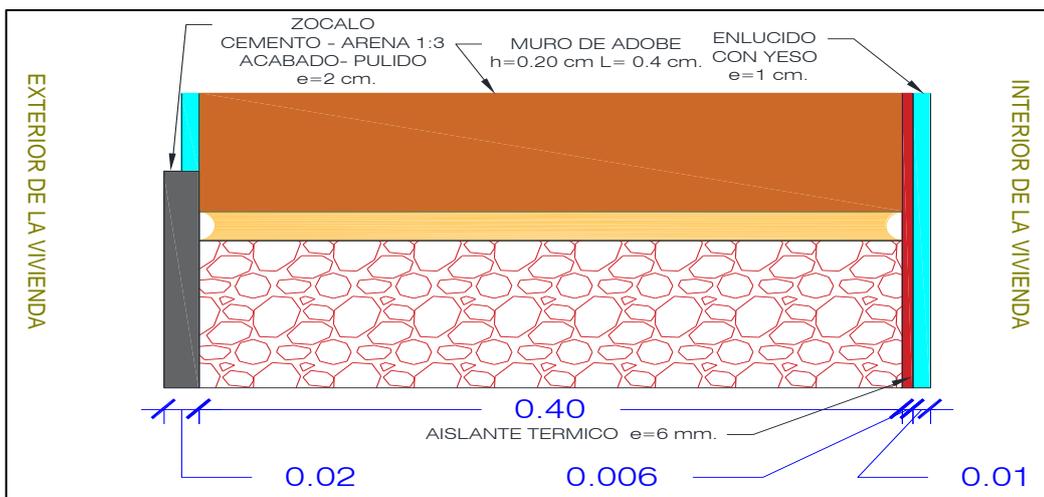


Figura 38. Muro típico de mejoramiento con aislante térmico

Fuente: elaborado por el autor

Tabla 62:*Cálculo de la resistencia de cada material del muro (replanteado)*

Material	E (m)	k W/m°C	R=e/k (m²°C/W)	Fuente
enlucido cemento-arena	0.02	0.532	0.038	(Koenigsberger et al., 1977)
enlucido de yeso	0.01	0.4	0.025	Norma EM. 110 (2014)
Adobe	0.4	0.64	0.625	rozis y Guinebault (1997)
concreto simple	0.4	1.51	0.265	Norma EM. 110 (2014)
contrazocalo madera	0.01	0.14	0.071	Norma EM. 110 (2014)
viga collar madera	0.05	0.14	0.357	Norma EM. 110 (2014)
mortero de adobe	0.3	0.9	0.333	Norma EM. 110 (2014)
aislante térmico	0.006	0.025	0.240	(Aislatermic, 2021)

Fuente: elaboración propia

Tabla 63:*Cálculo de la transmitancia de cada elemento del muro (replanteo)*

Material	e(m)	Rb m²°C/W	U cara S	U cara W	U cara N	U cara E
vivienda interior						
SC1:	0.446	0.639	1.160	1.193	1.227	1.227
SC2:	0.436	0.567	1.265	1.305	1.345	1.345
MA1:	0.436	0.928	0.869	0.888	0.906	0.906
MA2:	0.426	0.915	0.879	0.898	0.917	0.917
VC1:	0.426	1.338	0.641	0.651	0.661	0.661
VC2:	0.436	1.350	0.636	0.645	0.655	0.655
área tapón						
SC2:	0.436	0.567	1.265	1.305	1.345	1.345
MA1:	0.436	0.928	0.869	0.888	0.906	0.906
MA2:	0.426	0.915	0.879	0.898	0.917	0.917
VC1:	0.426	1.338	0.641	0.651	0.661	0.661
área sobre cielorraso						
MA1:	0.436	0.928	0.869	0.888	0.906	0.906
MA2:	0.426	0.915	0.879	0.898	0.917	0.917
área tapón interior						

MI 1:	0.436	0.626	1.177	1.212	1.246	1.246
MI 2:	0.426	0.555	1.286	1.326	1.368	1.368
MA2:	0.426	0.915	0.879	0.898	0.917	0.917
VC1:	0.426	1.338	0.641	0.651	0.661	0.661

Fuente: elaboración propia

El cálculo del área de las caras del muro se ubica en la tabla 32 evaluada de la muestra 2. La siguiente tabla muestra el cálculo de la pérdida de calor por conducción a través de muros y es -13605.78 Watt. Hora/día

Tabla 64:

Cálculo de pérdida de calor por conducción del muro (replanteado)

Material	ΔT	pérdida de calor por conducción			
		Q C cara S	Q C cara W	Q C cara N	Q C cara E
vivienda interior					
SC1: sobrecimiento	-9.70	-3.56	-3.79	-2.86	-2.98
SC2: sobrecimiento	-9.70	-5.82	-6.21	-4.70	-4.96
MA1: muro de adobe	-9.70	-17.77	-24.59	-19.09	-20.66
MA2: muro de adobe	-9.70	-68.01	-60.30	-40.84	-44.63
VC1: viga collar	-9.70	-2.44	-2.10	-1.40	-1.54
VC2: viga collar	-9.70	0.00	-0.48	-0.50	-0.48
área tapón					
SC2: sobrecimiento	-5.10	0.00	0.00	0.00	-1.30
MA1: muro de adobe	-5.10	0.00	0.00	0.00	-2.31
MA2: muro de adobe	-5.10	0.00	0.00	-1.69	-9.77
VC1: viga collar	-5.10	0.00	0.00	0.00	-0.30
área cielo raso					
MA1: muro de adobe	-10.50	0.00	-1.04	-1.47	-1.07
MA2: muro de adobe	-10.50	-28.21	-6.95	-23.57	-10.20
área tapón interior					
MI 1: Muro interior	-4.60	0.00	0.00	-0.44	-0.14
MI 2: Muro interior	-4.60	0.00	0.00	-0.72	-0.23
MA2: muro de adobe	-4.60	0.00	0.00	-12.93	-6.31
VC1: viga collar	-4.60	0.00	0.00	-0.29	-0.28

total, parcial Qc	-118.00	-125.80	-105.46	-110.49	-107.16
total, Qc (watt. Hora/dia)					-13605.78

Fuente: elaboración propia

análisis del techo

en el análisis del techo de la vivienda del PNVR, para una estrategia de mejoramiento se le añadió una capa de paja, estera de totora y aislante térmico de doble capa de aluminio adherida a burbujas de polietileno con un espesor de 4 mm

C1: calamina, poliestireno, capa de paja, estera de totora y aislante térmico.

C2: calamina, correa, capa de paja, estera de totora y aislante térmico.

C3: calamina, correa y tijeral.

C4: calamina, poliestireno y tijeral.

C5: policarbonato translucido.

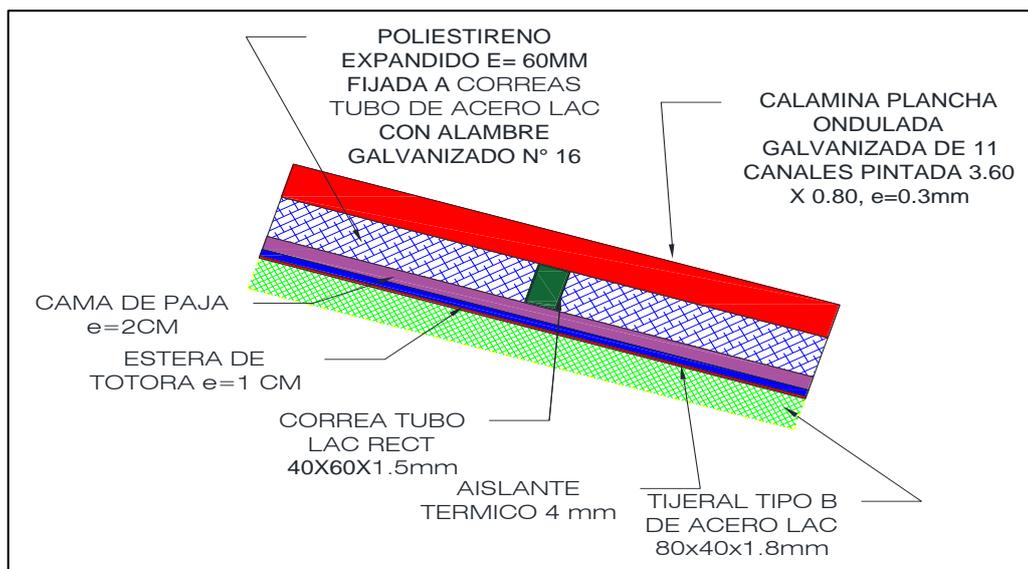


Figura 39. Techo de calamina mejorada

Fuente: elaborado por el autor

Tabla 65:

resistencia de cada material del techo replanteado

Material	e (m)	K (watt/m°C)	R=e/k (m² °C/W)	Fuente (k)
Calamina	0.0003	237	0.0000013	Norma EM. 110 (2014)
Poliestireno	0.06	0.033	1.8181818	Norma EM. 110 (2014)

tubo de acero LAC	0.0015	50	0.0000300	Norma EM. 110 (2014)
tubo de acero LAC	0.002	50	0.0000400	Norma EM. 110 (2014)
policarbonato translucido	0.001	0.2	0.0050000	Norma EM. 110 (2014)
capa de paja	0.02	0.09	0.2222222	Norma EM. 110 (2014)
estera de totora	0.01	0.052	0.1923077	(Aza Medina, 2016)
aislante térmico	0.004	0.025	0.1600000	(Aislatermic, 2021)

Fuente: elaboración propia

La siguiente tabla muestra el cálculo de la pérdida de calor por conducción a través del techo y es -8564.10 Watt. Hora/día

Tabla 66:

perdida de calor por conducción del techo replanteado

Material	e (m)	Rb (m ² °C/watt)	U watt/m ² °C	área (m ²)	ΔT	Qc
C1:	0.0943	2.39271	0.39	16.29	-10.5	-67.27
C2:	0.0603	0.57459	1.13	1.17	-10.5	-13.87
C3:	0.1403	0.16014	1.59	0.02	-10.5	-0.37
C4:	0.1403	1.97826	0.44	0.37	-10.5	-1.71
C5:	0.001	0.00500	6.49	4.01	-10.5	-273.61
Qc (watt. Hora/día)						-8564.10

Fuente: elaboración propia

análisis de la puerta

se mantiene los datos calculados de la muestra 2 de la vivienda del PNVR debido a que no se tiene una mayor pérdida de calor por conducción, el Cálculo de la conductividad térmica se ubica en la tabla 16, el cálculo del área de los elementos de la puerta se encuentra en la tabla 35.

P1- M: marco de madera puerta

P1- T: área pieza madera puerta.

P1- FM: triplay fenólico y bastidor de madera

P1- FP: triplay fenólico y poliestireno

P2 - M: marco de madera puerta

P2- TM: triplay y madera

P2- TP: triplay y poliestireno

La siguiente tabla muestra el cálculo de la pérdida de calor por conducción a través de la puerta es -537.35 Watt. Hora/día

Tabla 67:

Cálculo de la pérdida de calor por conducción de la puerta (replanteo)

Material	ΔT	Calor por conducción			
		cara S	cara W	cara N	cara E
P1- M:	-5.10	0.00	0.00	-0.67	0.00
P1- T:	-5.10	0.00	0.00	-6.26	0.00
P1- FM:	-5.10	0.00	0.00	-5.19	0.00
P1- FP:	-5.10	0.00	0.00	-2.24	0.00
P2 - M:	-4.60	0.00	0.00	0.00	-0.83
P2- TM:	-4.60	0.00	0.00	0.00	-1.81
P2- TP:	-4.60	0.00	0.00	0.00	-5.39
total, parcial Qc		0.00	0.00	-14.36	-8.03
total, Qc (watt. Hora/día)					-537.35

Fuente: elaboración propia

análisis de ventanas

para el cálculo de la pérdida de calor por conducción se hizo un análisis de los materiales empleados en las ventanas y se clasifican de acuerdo al espesor que tengan estos elementos.

V1-MM: listón madera y marco aluminio

V1-MV: triplay, listón de madera y vidrio

V1-TV: triplay, poliestireno expandido y vidrio

V1-LV: listón de madera y vidrio

V2-MM: listón madera y marco aluminio

V2-MV: triplay, listón de madera y vidrio

V2-TV: triplay, poliestireno expandido y vidrio

V2-LV: listón de madera y vidrio

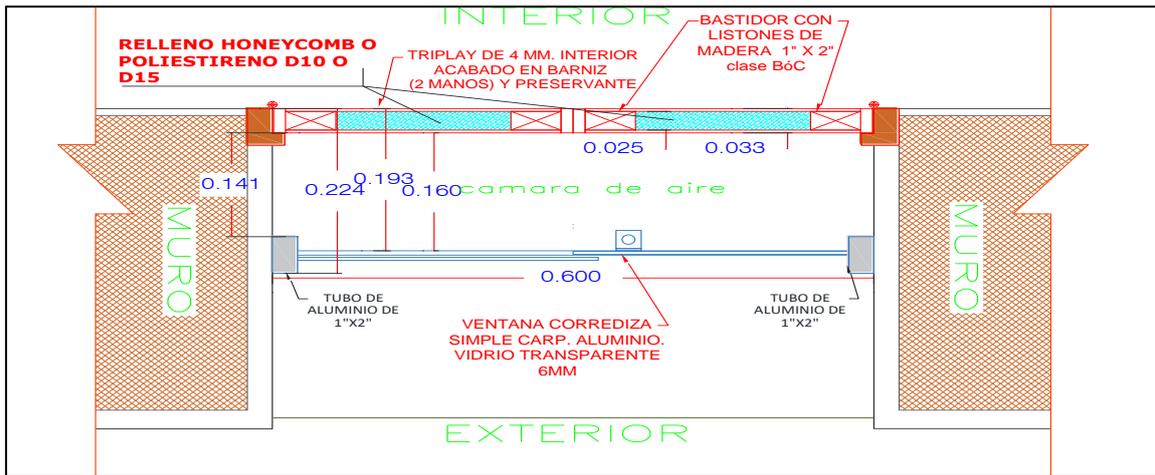


Figura 40. Detalle de la ventana tipo V1 mejorada

Fuente: elaboración propia

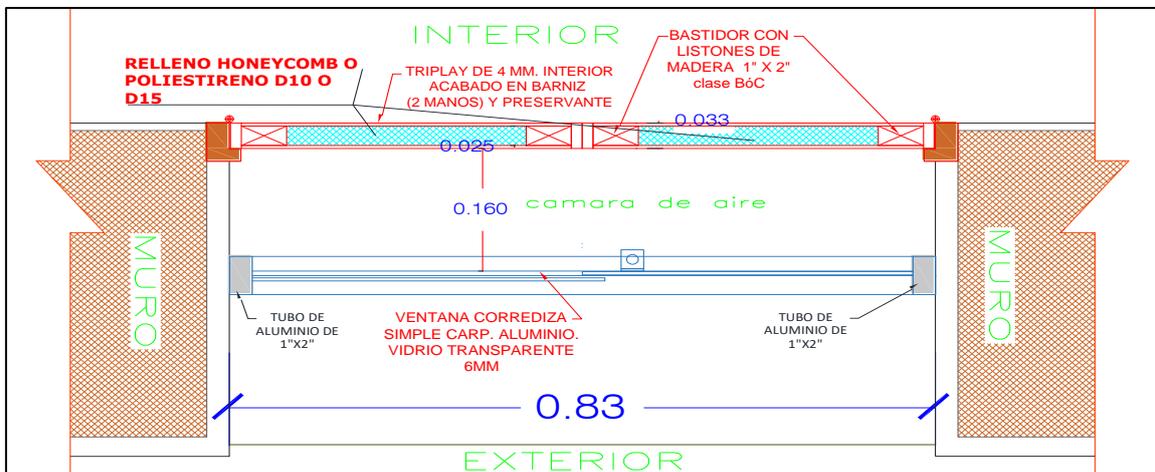


Figura 41. Detalle de la ventana tipo V2 mejorada

Fuente: elaboración propia

Tabla 68:

Cálculo de la resistencia de cada material de la ventana (replanteo)

Material	e (m)	K (W/m°C)	R=e/k (m ² °C/W)	Fuente (k)
listón madera	0.033	0.14	0.23571	Norma EM. 110 (2014)
Triplay	0.004	0.14	0.02857	Norma EM. 110 (2014)
listón de madera	0.025	0.14	0.17857	Norma EM. 110 (2014)
marco aluminio	0.0032	230	0.00001	Norma EM. 110 (2014)
vidrio	0.006	1.028	0.00584	Rozis y Guinebault (1997)
Poliestireno	0.025	0.033	0.75758	Norma EM. 110 (2014)

Fuente: elaboración propia

Tabla 69:*Cálculo de la transmitancia de cada elemento de la ventana (replanteo)*

Material	e (m)	Rb(m² °C/W)	U cara S	U cara W	U cara N	U cara E
V1-MM:	0.224	0.23574	1.301	1.343	1.301	1.386
V1-MV:	0.199	0.24155	1.601	1.665	1.731	1.731
V1-TV:	0.199	0.82056	0.831	0.848	0.865	0.865
V1-LV:	0.199	0.24155	1.601	1.665	1.731	1.731
V2-MM:	0.224	0.23574	1.301	1.343	1.301	1.386
V2-MV:	0.199	0.24155	1.601	1.665	1.731	1.731
V2-TV:	0.199	0.82056	0.831	0.848	0.865	0.865
V2-LV:	0.199	0.24155	1.601	1.665	1.731	1.731

Fuente: elaboración propia

Se tiene el cálculo del área en la tabla 37 de la muestra 2. La siguiente tabla muestra el cálculo de la pérdida de calor por conducción a través de la ventana es -630.97 Watt. Hora/día

Tabla 70:*Cálculo de la pérdida de calor por conducción de la ventana (replanteado)*

Material	ΔT	calor por conducción			
		cara S	cara W	cara N	cara E
V1-MM:	-9.70	0.00	-1.08	0.00	-1.12
V1-MV:	-9.70	0.00	-3.65	0.00	-3.80
V1-TV:	-9.70	0.00	-2.68	0.00	-2.73
V1-LV:	-9.70	0.00	-0.40	0.00	-0.42
V2-MM:	-9.70	0.00	0.00	-1.19	0.00
V2-MV:	-9.70	0.00	0.00	-4.28	0.00
V2-TV:	-9.70	0.00	0.00	-4.52	0.00
V2-LV:	-9.70	0.00	0.00	-0.42	0.00
total, parcial Qc		0.00	-7.82	-10.41	-8.07
total, Qc (watt. Hora/día)					-630.97

Fuente: elaboración propia

análisis del piso

PC-T: alfombra, concreto, piedra y suelo (int. vivienda)

PC-T: alfombra, concreto, piedra y suelo (int. vivienda)

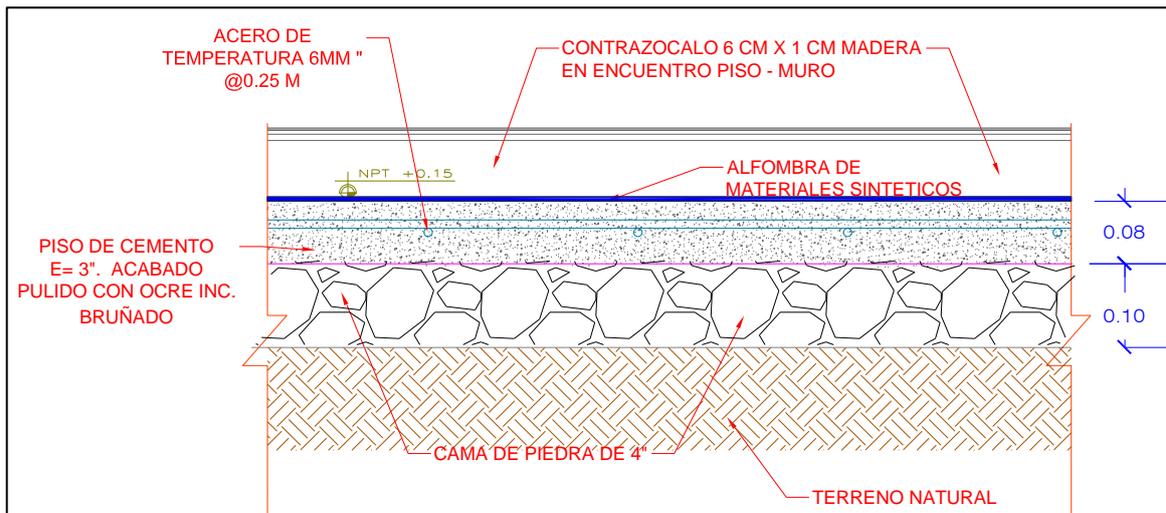


Figura 42. Detalle de piso replanteado

Fuente: elaboración propia

Tabla 71:

Cálculo de la resistencia de cada material del piso replanteado

Material	e (m)	k (W/m°C)	R=e/k (m² °C/W)	Fuente (k)
concreto	0.08	1.63	0.049	Norma EM. 110 (2014)
pedra	0.1	3.5	0.029	Norma EM. 110 (2014)
suelo tierra	10	0.64	15.625	Rozis y Guinebault (1997)
alfombra	0.004	0.06	0.067	Norma EM. 110 (2014)

Fuente: elaboración propia

La siguiente tabla muestra el cálculo de la pérdida de calor por conducción a través del piso es -298.55 Watt. Hora/día

Tabla 72:

Cálculo de la pérdida de calor por conducción del piso (muestra1)

Material	e (m)	Rb(m²°C/W)	U (W/m² °C)	área (m²)	ΔT	Qc
PC-T:	10.18	15.77	0.063	19.843	-9.7	-12.045
PC-T:	10.18	15.77	0.063	1.235	-5.1	-0.394
					Suma	-12.440
					Total	-298.55

Fuente: elaboración propia

análisis de cielorraso

se conservó los materiales utilizados en cielorraso en las viviendas del PNVR y se muestra a continuación.

B: baldosa vinyl interior vivienda

MA: marco de aluminio

PA: policarbonato alveolar

B: baldosa vinyl área tapón

La siguiente tabla muestra el cálculo de calor por conducción a través del cielorraso es 1970.39 Watt. Hora/día.

Tabla 73:

Cálculo de la perdida de calor por conducción del cielorraso (replanteo)

Material	e (m)	Rb (m ² °C/watt)	U (W/m ² °C)	Área(m ²)	ΔT	Qc
Bl:	0.006	0.111111	3.84	16.68	0.8	51.30
MA:	0.050	0.00003	3.24	0.22	0.8	0.57
PA:	0.006	-	3.60	2.68	0.8	7.72
BT:	0.006	0.111111	3.84	1.08	5.4	22.50
					suma	82.10
					total	1970.39

Fuente: elaboración propia

calor por convección (Q s)

Tabla 74:

Cálculo de la perdida de calor por convección (replanteo)

Descripción	Unidad	interior viv - exterior viv	cielorraso - exterior viv	tapón - exterior viv
Volumen	m ³	41.53	13.06	2.33
Cambios por hora		2	1	1
Temperatura externa	°C	7.3	7.3	7.3
Temperatura interna	°C	17	17.8	12.4
Tiempo	h/día	24	24	24
(Qv)	W*h/día	-6982.58	-1188.46	-102.99
		Total		-8274.02

Fuente: elaboración propia

RESULTADOS COMPARATIVOS

la vivienda mejorada obtiene un balance térmico de cero por tal sentido obtiene su confort térmico.

Tabla 75:

Resumen de calor por conducción del replanteo

Calor por conducción	muestra 2	Replanteo
<i>Muro</i>	-16700.17	-13605.78
<i>Techo</i>	-7068.77	-8564.10
<i>Puerta</i>	-537.35	-537.35
<i>Ventana</i>	-892.01	-630.97
<i>Piso</i>	-299.80	-298.55
<i>Cielorraso</i>	1970.38	1970.39

Fuente: elaboración propia

Tabla 76:

Resumen de balance térmico del replanteo

	muestra 2	Replanteo
Calor interno	6949.18	11852.58
Calor por radiación solar	9882.81	18084.44
Calor por conducción	-23527.72	-21666.37
Calor por convección	-8274.02	-8274.02
Calor Total (Q)	-14969.75	0.00

Fuente: elaboración propia

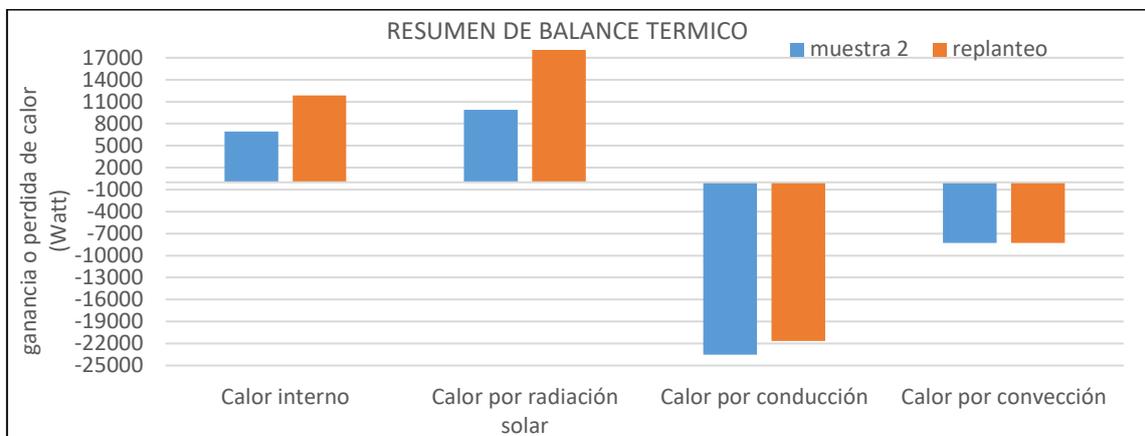


Figura 43. Gráfico del balance térmico de vivienda replanteada.

Fuente: elaboración propia

V. DISCUSIÓN

Con respecto al objetivo general, el estudio del confort térmico según (MVCS (ministerio de vivienda, construcción y saneamiento), 2018) Muestra que un tercio de toda la energía primaria es consumida por los edificios. El consumo de energía del edificio depende del diseño arquitectónico, la iluminación, los tipos de equipos de calefacción, refrigeración y los hábitos familiares. Para usar menos energía, los profesionales deben seguir criterios de sostenibilidad para crear edificios energéticamente eficientes desde la etapa de planificación.

De acuerdo al estudio realizado en las viviendas rurales en la comunidad Jatun Jallpa por medio del análisis visual se conoce el estado actual de estas viviendas construidas por el PNVR y de misma manera detallar las características de la envolvente que la componen, que juegan un papel importante en el análisis de un diseño de vivienda bioclimática, según (MVCS (Programa Nacional de Vivienda Rural), 2021) y la toma de datos en campo, se visualizó que estas viviendas tienen aberturas muy pronunciadas principalmente en las uniones del techo y tímpano que no están sellados adecuadamente y por tal sentido se tiene el ingreso y salida deliberada de aire, el autor (Guimarães Mercon, 2008) Cuando el viento golpea la superficie de un edificio, disminuye su velocidad y converge en el lado más expuesto, lo que indica un área de presión relativamente alta. Esto significa que cuando el viento entra en contacto con la capa exterior de la casa, esto reducirá la presión del viento en el lado opuesto, creando una ligera hendidura en el costado.

como también se observa que se utilizaron materiales deficientes en la envolvente para el aislamiento térmico en la ganancia y pérdida de calor. Con los resultados obtenidos en el monitoreo de estas viviendas no se obtuvieron el confort térmico y requiere un replanteo.

Con el primer objetivo específico del análisis de la evaluación de sus parámetros fijos

El proyecto (MVCS (Programa Nacional de Vivienda Rural), 2021) a ejecutado en la comunidad Jatun Jallpa viviendas rurales con un diseño bioclimático y sismorresistente, las viviendas cuentan con dimensiones de 6.30 m x 5.25 m de

área, consta de muros de adobe de 40 cm de espesor enlucidos con yeso de 1 cm de espesor, zócalo de cemento-arena de 2 cm de espesor, contra sócalo de madera de 1 cm de espesor, el interior de la vivienda tiene un volumen de uso de 41.53 m³, el área tapón tiene 2.33 m³ y el espacio entre cielo raso – techo de la vivienda tiene un volumen de 13.06 m³. La cubierta del techo es de calamina galvanizada con estructuras de apoyo denominadas tijeral y correa de tubos de acero LAC, también tiene policarbonato transparente para la ganancia de calor por radiación solar, se puede visualizar a detalle estos parámetros fijos de la vivienda en la tabla 1, tabla 2, tabla 3, figura 11, figura 12 y figura 13 de la presente investigación. La orientación de estas viviendas son variables, juegan un papel importante en la ganancia y pérdida de calor, la muestra 1 tiene una orientación de su eje longitudinal de noroeste a sureste, la segunda muestra tiene una orientación de suroeste a noreste, la tercera muestra tiene una orientación de noreste a suroeste.

Con el segundo objetivo específico del análisis de la evaluación de los factores meteorológicos

Teniendo un tema relacionado a la investigación, el autor (Cuellar Cajahuaringa, 2017) estudio para el acondicionamiento térmico de viviendas sometidas a heladas. caso: centro poblado de Santa Rosa (Puno), mediante sus resultados obtenidos del monitoreo de los factores meteorológicos en la evaluación de 2 viviendas se obtuvo: en la primera vivienda local de la zona tuvo una temperatura máxima de 19.5 °C y una mínima de 8.6 °C y el promedio de 12.67°C, una humedad relativa máxima de 78.70 %, una mínima de 20.70% y un promedio de 49.36 %, en la segunda vivienda del PNVR tuvo una temperatura máxima de 28.8 °C y una mínima de 9.9 °C y el promedio de 12.62°C, una humedad relativa máxima de 79.60 %, una mínima de 31.20% y un promedio de 66.65 %, la dirección del viento dominante es del oeste.

Con respecto a Cuellar Cajahuaringa, en nuestra investigación se a evaluado a 3 viviendas rurales construidas por el PNVR, se a obtenido los siguientes resultados: la primera vivienda, tuvo una temperatura máxima de 17.1°C y una mínima de 11.1°C y el promedio de 13.8°C, una humedad relativa máxima de 69.6 %, una mínima de 43.1% y un promedio de 59.2 %, en la segunda vivienda del PNVR tuvo

una temperatura máxima de 16.2 °C y una mínima de 9.9 °C y el promedio de 12.3°C, una humedad relativa máxima de 77.66 %, una mínima de 51.6% y un promedio de 68.2 %, en la tercera vivienda del PNVR tuvo una temperatura máxima de 16.7 °C y una mínima de 9.8 °C y el promedio de 12.2°C, una humedad relativa máxima de 75.9 %, una mínima de 46.2% y un promedio de 61.9 %, la dirección predominante del viento es del oeste. El autor Koenisberger et al. (1977) indica que el margen de adaptabilidad de las personas que viven en regiones frías la temperatura del confort se considera como mínimo 14°C y máximo 20°C y un óptimo de 17°C por tal sentido estas viviendas evaluadas no tienen el confort térmico requerido.

Con el tercer objetivo específico del análisis de la evaluación del balance térmico de estas viviendas evaluadas.

Teniendo un tema relacionado a la investigación, el autor (Cuellar Cajahuaringa, 2017) estudio para el acondicionamiento térmico de viviendas sometidas a heladas. caso: centro poblado de Santa Rosa (Puno), mediante sus resultados obtenidos en el balance térmico en la evaluación de 2 viviendas se obtuvo: en la primera vivienda local de la zona el balance térmico es -8042.74 Watt. Hora/día y en la segunda vivienda del PNVR es -8547.84 Watt. Hora/día.

Con respecto a Cuellar Cajahuaringa, en nuestra investigación se ha evaluado a 3 viviendas rurales construidas por el PNVR, se ha obtenido los siguientes resultados en el balance térmico de acuerdo a sus parámetros fijos que presenta cada muestra: muestra 1 que esta orientada su eje longitudinal de noroeste a sureste tiene un balance térmico de -16554.56 Watt. Hora/día, muestra 2 que está orientada su eje longitudinal de suroeste a noreste tiene un balance térmico de -14969.75 Watt. Hora/día, muestra 3 que está orientada su eje longitudinal de noreste a suroeste tiene un balance térmico de -16202.17 Watt. Hora/día, se observa que la muestra 2 tiene menor cantidad de perdida de calor en el balance térmico.

Con el cuarto objetivo específico se determina la estrategia de mejoramiento y acondicionamiento térmico de estas viviendas rurales del PNVR evaluadas mediante el análisis del balance térmico.

Teniendo un tema relacionado, El autor (de la Cruz Anccori, 2021) vivienda rural bioclimática en el distrito de Nuñoa-Melgar-Puno, Como resultado, los siguientes materiales han demostrado ser aptos para la construcción de viviendas bioclimáticas: muro de adobe enlucidos con yeso. En pisos tierra comprimida, polipropileno lana de oveja, Kesana totora, madera para machimbrado. En techos; madera para tijerales, lana de oveja y calamina. En cielo raso baldosa más lana de oveja en ventanas moduglas con vidrio de 3mm más triplay. En puertas marco de madera, cámara de aire más madera, en instalaciones sanitarias con arrastre hidráulico (biodigestor) e instalaciones eléctricas con paneles fotovoltaicos. Estas viviendas generan una temperatura promedio de 21.47 °C en el interior de las habitaciones con un área de 105.12 m².

En base a que nos dice de la Cruz Anccori (2021) la propuesta de mejora de las viviendas del PNVR de esta investigación será orientando de Sur a Norte su eje longitudinal, el muro de mayor área, las ventanas y superficies transparentes que permitan el ingreso de la radiación solar deben estar orientados hacia el este y oeste para aprovechar la radiación solar lo más optimo posible. En muros se añadirá un material llamado aislante térmico con doble capas de aluminio adherida a burbujas de polietileno con un espesor de 6 mm, y deben ser aseguradas con malla metálica que permitan la adhesión con el yeso y mortero cemento-arena. En la cubierta se añadirá una capa de paja de 2 cm, una capa de estera de totora de 1cm y aislante térmico con doble capas de aluminio adherida a burbujas de polietileno con un espesor de 4 mm. En la cubierta se ampliará el área de policarbonato translucido para obtener una mayor ganancia de calor por radiación solar. Protección en ventanas, se añadirá poliestireno expandido dentro de la contraventana, deben ser cerradas durante la noche para evitar la pérdida de calor por conducción En el piso, se añadirá alfombras para evitar la pérdida de calor por conducción. Para alcanzar el confort térmico se utilizará una estufa eléctrica como fuente de calor en temporadas de friaje extrema.

En el análisis del balance térmico de la vivienda replanteada obtuvo una mayor ganancia de calor interno de 11852.58 Watt. Hora/día a diferencia de la muestra 2 que tiene solo 6949.18 Watt. Hora/día, la vivienda replanteada obtuvo una mayor ganancia de calor por radiación solar de 18084.44 Watt. Hora/día a diferencia de la

muestra 2 que tiene solo 9882.81 Watt. Hora/día, la vivienda replanteada obtuvo una menor pérdida de calor por conducción de -21666.4 Watt. Hora/día a diferencia de la muestra 2 que tiene -23527.7 Watt. Hora/día, la vivienda replanteada y la vivienda 2 obtuvo la misma cantidad de pérdida de calor por convección que es de -8274.02 Watt. Hora/día. Con estos datos de la vivienda replanteada se llegó a tener un valor de cero en la ecuación de Koenisberger et al. (1977) eso indica que llegó al confort térmico la vivienda replanteada.

VI. CONCLUSIONES

- Una vez realizado la evaluación se pudo comprobar que estas viviendas rurales del PNVR no llegan a tener confort térmico debido a que estas viviendas naturalmente se encuentran con mayor pérdida de calor que ganancia en temporadas de friaje, por tal sentido se debe a la deficiencia de materiales térmicos utilizados para su construcción, Una cuestión térmica más preocupante es la falta de estanqueidad en las uniones de los componentes de la envolvente, como la unión del traslape de la calamina de la cubierta como también en el tímpano del muro, por tal sentido se tienen la pérdida de calor por convección mediante el ingreso deliberado del viento.
- Se determino los parámetros fijos de la vivienda, tiene una orientación variada y forma rectangular con un área de construcción de 33.08 m², espacio de área de uso interior de 41.53 m³, espacio de área tapón de 2.33 m³, espacio de área cielorraso- techo de 13.06 m³, los materiales constructivos utilizados son: en muros consta de adobe enlucido con yeso, viga de madera montada alrededor del muro, zócalo de cemento-arena. En piso consta de cámara de piedra y cemento pulido-bruñado. En ventanas consta de marco de aluminio con vidrio transparente de 4mm, contraventana de madera contra placada con triplay. En puertas consta de madera y poliestireno expandido en medio de ambos elementos. En cobertura consta de calamina galvanizada, policarbonato transparente, poliestireno expandido como aislante térmico fijadas a correas y estructura metálica conformada por tijerales y correa rectangular. En cielo raso consta de baldosas con vinyl y foil, ventana cenital con planchas de policarbonato alveolar traslucido.
- Se determinaron los factores meteorológicos durante el monitoreo son: La temperatura interna de la vivienda de la muestra 1 es de 13.8°C, muestra 2 es 12.3°C, muestra 3 es 12.2°C, la humedad relativa en el interior de la vivienda de la muestra 1 es 59.2%, muestra 2 es 68.2 %, muestra 3 es 61.9%. la irradiación solar máxima durante los días de monitoreo se tuvo un 5.1K*W*h/m² y la dirección predominante del viento es del oeste. se concluye que estas viviendas no llegan a tener confort térmico.

- Se determino el balance térmico de las viviendas en donde la muestra 1 tiene una pérdida de calor de -16554.56 Watt. Hora/día, la muestra 2 tiene una pérdida de calor de -14969.75 Watt. Hora/día, la muestra 3 tiene una pérdida de calor de -16202.17 Watt. Hora/día, por tal sentido en esta investigación concluyo que debemos realizar una estrategia de mejoramiento y acondicionamiento de la muestra 2 debido a que tienen menor perdida de calor.
- Se concluye mediante la propuesta de mejoramiento en los componentes de la envolvente, en donde la orientación de las viviendas debe ser de sur a norte su eje longitudinal, el muro de mayor área, las ventanas y superficies transparentes deben estar orientados hacia el este y oeste. En muros se añadirá un material llamado aislante térmico con doble capas de aluminio adherida a burbujas de polietileno con un espesor de 6 mm, y deben ser aseguradas con malla metálica que permitan la adhesión con el yeso y mortero cemento-arena. En la cubierta se añadirá una capa de paja de 2 cm, una capa de estera de totora de 1cm y aislante térmico con doble capas de aluminio adherida a burbujas de polietileno con un espesor de 4 mm. En la cubierta se ampliará el área de policarbonato translucido en 4.01 m² para obtener una mayor ganancia de calor por radiación solar. Protección en ventanas, se añadirá poliestireno expandido dentro de la contraventana. En el piso, se añadirá alfombras para evitar la pérdida de calor por conducción. Para alcanzar el confort térmico se utilizará una estufa eléctrica como fuente de calor en temporadas de friaje extrema. Con la propuesta planteada se concluye que al determinar el balance térmico resulta cero y con las exigencias requeridas se tendrá una temperatura interna de 17°C.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda sellar profesionalmente las juntas de los elementos de la envolvente de la vivienda durante la fase de construcción para evitar la pérdida de calor por convección debido a la entrada de viento dirigida.
- Se recomienda para una nueva construcción la ampliación del área de construcción para añadir una cocina mejorada para tener un foco de calor interno que incrementen la ganancia térmica mediante el fuego.
- Se recomienda que el PNVR realice estudios de balance térmico adecuadamente para que cumpla con el objetivo de generar confort térmico y seguridad sismorresistente, que se invierte gran cantidad de dinero en la construcción de estos módulos.
- Se recomienda el estudio de los materiales de construcción abundantes en la zona altoandina para verificar su transmitancia térmica y usar como aislantes térmicos en los elementos de la envolvente de la vivienda.
- En base a los resultados obtenidos se recomienda a la población tomar en consideración la estrategia de mejoramiento en las viviendas ya construidas por el PNVR para tener una vivienda confortable reduciendo las temperaturas bajas en periodos de helada.

REFERENCIAS

- Aislatermic. (2021). *Aislante térmico y acústico reflexivo* [Ficha técnica].
<https://arelux.com/wp-content/uploads/2021/11/Ficha-te%CC%81cnica-aislante-te%CC%81rmico-reflexivo-3-capas-Aislatermic.pdf>
- Alfaro Rodríguez, C. H. (2011). *Metodología de investigación científica aplicado a la ingeniería*. Universidad Nacional del Callao.
<https://es.scribd.com/document/326106086/Metodologia-de-Investigacion-Cientifica-Aplicado-a-La-Ingenieria>
- Aza Medina, L. C. (2016). *la totora como material del aislamiento térmico: Propiedades y potencialidades* [Tesis de Master, Universidad Politécnica de Catalunya].
https://www.researchgate.net/publication/348237086_LA_TOTORA_COMO_MATERIAL_DE_AISLAMIENTO_TERMICO_PROPIEDADES_Y_POTENCIALIDADES
- Barranco Arebalo, O. (2015). La arquitectura bioclimática. *EDUCOSTA editorial Universitaria de la Costa*, 31-40.
- Borja Suarez, M. (2016). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*.
https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa_de_Investigaci%C3%B3n_Cient%C3%ADfica_para_ingenier%C3%ADa_Civil
- Carrasco Diaz, S. (2005). *Metodología de la investigación científica* (primera edición). San Marcos.
- Carvajal Cañas, J. A., & Valencia Antonio, T. (2020). *Evaluación del confort térmico en la vivienda rural existente en Colombia* [Trabajo de grado, Universidad la Gran Colombia]. <https://repository.ugc.edu.co/handle/11396/5814>
- Chávez de Valle, F. J. (2002). *Zona variable de confort térmico*. Universidad Politécnica de Catalunya. <https://www.tdx.cat/handle/10803/6104#page=1>
- Conforme Zambrano, G. D. C., & Castro Mero, J. L. (2020). Arquitectura bioclimática. *polo del conocimiento*, 751-779.
<https://doi.org/10.23857/pc.v5i3.1381>
- Cuellar Cahuaranga, J. N. (2017). *Estudio para el acondicionamiento térmico de viviendas sometidas a heladas. Caso: Centro poblado de santa rosa (puno)* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria la Molina].

- <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2778>
- de la Cruz Ancori, V. S. (2021). *Vivienda rural bioclimática en el distrito de Nuñoa-Melgar-Puno* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano].
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/15955>
- de León Estrada, A. R. (2011). *La luz solar en la arquitectura* [Tesis de grado, Universidad de san Carlos de Guatemala]
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_2944.pdf
- Enrique Azqueta, P. (2014). *Manual práctico del aislamiento térmico en la construcción EPS - poliestireno expandido* (primera edición). asociación argentina del poliestireno expandido. <https://www.fapyd.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2014/07/ManualPracticoDeEPS-intectivo-Encriptado-Abril2014.pdf>
- Enrique Gonzalo, G. (2003). *Manual de arquitectura bioclimática* (primera edición). nobuko. <https://latam.casadellibro.com/libro-manual-de-arquitectura-bioclimatica/9789871135073/1134716>
- Garza Alejandro, V. J. (2016). *Análisis del ciclo de vida de aislantes térmicos para la aplicación en edificaciones* [Tesis de Master, Universidad Autónoma de Nuevo León]. <http://eprints.uanl.mx/14146/1/1080237848.pdf>
- Guimarães Mercon, M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido-Húmedo* [Tesis de Master, Universidad Politécnica de Catalunya]. <https://wwwaie.webs.upc.edu/maema/wp-content/uploads/2016/06/Guimaraes-Mercon-Mariana-Confort-termico-y-tipologia-en-clima-calido-humedo-TC.pdf>
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación* (quinta edición). Mc GRAW -HILL. https://www.academia.edu/20792455/Metodolog%C3%ADa_de_la_Investigaci%C3%B3n_5ta_edici%C3%B3n_Roberto_Hern%C3%A1ndez_Sampieri
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (sexta edición). Mc GRAW -HILL.
- Hertz, J. (1981). *Diseño Bioclimático en arquitectura*. ITINTEC.
- Koenigsberger, O. H., Ingersoll, T. G., Mayhew, A., & Szokolay, S. V. (1977). *Viviendas y edificios en zonas cálidas y tropicales*. PARANINFO.

<https://www.amazon.es/Viviendas-edificios-zonas-calidas-tropicales/dp/8428308853>

- Linares Zaferson, E. (1982). *Sol y viento en diseño*. Departamento Académico de Construcciones Rurales- FIA- UNALM.
- Linares Zaferson, E., & Segami Salazar, M. (1976). *Clima: Confort en Arquitectura*. Departamento de Publicaciones - UNI.
- (MEM) Ministerio de Energía y Minas. (2008). *Atlas eólico del Perú: Puno*. Esc. varia.
- Mora, R. (1970). *Asamblea general de la asociación mundial de la vivienda rural*.
- MVCS (ministerio de vivienda, construcción y saneamiento). (2018). *RNE: EM. 110 confort térmico y lumínico con eficiencia energética* (decima segunda). megabyte S.A.C.
- MVCS (ministerio de vivienda, construcción y saneamiento). (2021). *Guía de tipologías de vivienda rural* (primera edición, p. 33). <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2113417/Anexo%2001%20-%20Gu%C3%ADa%20de%20Tipolog%C3%ADas%20%28Parte%201%29.pdf>
- MVCS (Programa Nacional de Vivienda Rural). (2021). *Expediente técnico: Proyecto «mejoramiento de vivienda rural en los centros poblados ladrillaría Miraflores y Ayagachi—Distrito de Caracoto; centro poblado Jatum Jallpa (Cataorco) y Irupata—Distrito de Juliaca—Provincia de san Román—Departamento de puno.»*
- Peña Barrera, L. (2015). *Diseño bioclimático*. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.
- Plazit Polygal DVP. (2021). *policarbonatos y cubiertas: Soluciones para control de luz y temperatura*. the plastic sheets group. https://dvp.cl/wp-content/uploads/2021/07/CATALOGO_POLICARBONATO_2021.pdf
- Poma Bernaola, L. G. (2020). *Propuesta de arquitectura bioclimática aplicada a viviendas unifamiliar para mejorar el confort térmico de sus habitantes en el distrito de Pucará* [Tesis de Master, universidad nacional del centro del Perú]. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/6150>
- Rayter Arnao, D. G. M. (2008). *Guía de aplicación de arquitectura bioclimática en locales educativos*. Ministerio de educación.

- [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/9A45F1BED1AB7C6705257CCA00550ABD/\\$FILE/GuiaBioclim%C3%A1tica2008.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/9A45F1BED1AB7C6705257CCA00550ABD/$FILE/GuiaBioclim%C3%A1tica2008.pdf)
- Rozis, J., & Guinebault, A. (1997). *Calefacción solar para regiones frías*. ITDG.
- Senamhi (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología). (2021). *instalación y operación de estaciones Manual Técnico: MT-DRD-001* (Vol. 01). <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/00711SENA-53.pdf>
- Senamhi (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología). (2022). *Base de datos históricos de parámetros hidrometeorológicos (en línea)*. datos hidrometeorológicos. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>
- thermatex. (2011). *sistemas de cielorraso: Feinstratos micro* [Ficha técnica]. <https://drive.google.com/file/d/1GrDsmQs31oSQfJGwYaOFkECAs-tLWWYT/view>
- Trujillo P., C. H., Ospina Lopez, R., & Parra Lara, H. (2010). arquitectura y urbanismo bioclimático: Presente y futuro para el hábitat del hombre contemporáneo. *Universidad Tecnológica de Pereira-Colombia*, 236-240.
- Umán Juárez, S. J. (2019). *Estrategias de climatización pasiva y confort térmico en la vivienda de adobe en la zona rural de Anta—Cusco, 2017*. [Tesis de Master, Universidad Ricardo Palma]. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/2860>
- Villa, R. M. (2014). Cálculo de la transmitancia térmica de un muro de fachada. *Universitat Politècnica de Valencia*, pág. 11.
- Vitro vidrio arquitectónico. (2020). *Vidrio Neutral Claro* [Ficha técnica]. <https://www.vitroglazings.com/es>
- Yunus A., C. (2007). *Transferencia de Calor y Masas: Un enfoque practico* (tercera edición). Mc GRAW -HILL. https://www.academia.edu/7984563/Transferencia_de_calor_y_masa_Un_enfoque_pr%C3%A1ctico

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de operacionalización de variables y matriz de consistencia

Anexo 02: fotografía de medición de las dimensiones de la vivienda

anexo 03: informe de monitoreo de meteorología

anexo 04: fotografía de monitoreo de los parámetros meteorológicos

anexo 05: tablas y figuras

anexo 06: planos de vivienda del PNVR

anexo 07: asoleamiento de la vivienda mejorada

ANEXO 01
MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES Y MATRIZ
DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLE

Matriz de operacionalización de la variable						
TITULO:	Evaluación del confort térmico de viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural – Puno – 2022					
AUTOR:	Franz Kilder Mamani Charca					
Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Metodología
VI: VIVIENDAS RURALES SISMORESISTENTES	. La arquitectura rural Bioclimática – sismorresistente se define como un conjunto de elementos arquitectónicos, constructivos y pasivos, capaces de transformar las condiciones del microclima para lograr valores que lo acerquen a las condiciones de Bienestar termo fisiológico del ser humano, utilizando preferentemente energías pasivas. (Barranco Arebalo, 2015)	Se analizará los elementos arquitectónicos utilizados en su construcción para que sea una vivienda rural bioclimática y sismorresistente.	elementos arquitectónicos	Muros	Razón	Método: (científico) Tipo: aplicada Nivel: Explicativa Diseño: no experimental Enfoque: Cuantitativo Población: 39 viviendas Muestra: 3 viviendas Muestreo: no probabilístico. Técnica: observación directa
				Techo	Razón	
				Piso	Razón	
				Vanos	Razón	
				Cielo raso	Razón	
VD: CONFORT TERMICO	Intervienen los complejos fenómenos energéticos de intercambio de energía entre el cuerpo y el ambiente. El ser humano, como animal de sangre caliente, mantiene una temperatura interior constante frente a las variaciones exteriores y usa para ello los mecanismos de regulación conocidos como "homeóstasis".(de León Estrada, 2011)	Para evaluar el confort térmico se determinará los parámetros fijos de la infraestructura de la vivienda mediante la observación directa y el monitoreo correspondiente mediante instrumentos de medición para así dar una estrategia de mejora de las viviendas rurales.	Parámetros fijos De la infraestructura	Tipología de edificio	Intervalo	
				Materiales constructivos	Razón	
				Localización del edificio	Intervalo	
				Orientación del edificio	Intervalo	
			Factores meteorológicos	Humedad relativa	Intervalo	
				Temperatura exterior del aire	Intervalo	
				Temperatura radiante	Intervalo	
				Velocidad del viento	Intervalo	
			Balance térmico	Ganancia interna de calor	Intervalo	
				Calor por radiación solar	Intervalo	
				Calor por conducción	Intervalo	
				Calor por convección	Intervalo	
				Calor por controles mecánicos	Intervalo	
Estrategias de mejoramiento	Calor por evaporación	Intervalo				
	Parámetros fijos de la infraestructura	Razón				

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Matriz de Consistencia							
TITULO:	Evaluación del confort térmico de viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural – Puno – 2022						
AUTOR:	Franz Kilder Mamani Charca						
FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION	METODOLOGIA
GENERAL	GENERAL	GENERAL					
¿Cuál es el confort térmico de viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural - Puno - 2022?	Evaluar el confort térmico de viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural – Puno – 2022	Las viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural – Puno – 2022 tendrán un bajo confort térmico.	VI: Viviendas rurales sismorresistentes	elementos arquitectónicos	Muros	Razón	Método: (científico) Tipo: aplicada Nivel: Explicativa
					Techo	Razón	
					Piso	Razón	
					Vanos	Razón	
					Cielo raso	Razón	
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS					
P.E.1. ¿Cuáles son los parámetros fijos de la infraestructura de las viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural - Puno - 2022? P.E.2. ¿Cuáles son los factores meteorológicos de las viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural - Puno - 2022? P.E.3. ¿Cuál es el balance térmico de las viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural - Puno - 2022? P.E.4. ¿Cuál es la estrategia de mejoramiento de las viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural - Puno - 2022?	O.E.1. Determinar los parámetros fijos de la infraestructura de las viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural - Puno - 2022 O.E.2. Determinar los factores meteorológicos de las viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural - Puno - 2022 O.E.3. Determinar el balance térmico de las viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural - Puno – 2022. O.E.4. Determinar la estrategia de mejoramiento de las viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural - Puno – 2022	H.E.1. las viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural - Puno – 2022 tendrán parámetros fijos deficientes H.E.2. las viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural - Puno – 2022 tendrán factores meteorológicos muy variables de acuerdo a la estación del año. H.E.3. las viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural - Puno – 2022 su balance térmico será negativo. H.E.4. las viviendas rurales sismorresistentes construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural - Puno – 2022 la estrategia de mejoramiento permitirá un confort térmico adecuado al entorno.	VD: Confort térmico	Parámetros fijos De la infraestructura	Tipología de edificio	Intervalo	Diseño: no experimental. Enfoque: Cuantitativo Población: 39 viviendas Muestra: 3 viviendas Muestreo: no probabilístico Técnica: observación directa
					Materiales constructivos	Razón	
					Localización del edificio	Intervalo	
				Orientación del edificio	Intervalo		
				Factores meteorológicos	Humedad relativa	Intervalo	
					Temperatura exterior del aire	Intervalo	
					Temperatura radiante	Intervalo	
				Balance térmico	Velocidad del viento	Intervalo	
					Ganancia interna de calor	Intervalo	
					Calor por radiación solar	Intervalo	
					Calor por conducción	Intervalo	
					Calor por convección	Intervalo	
				Estrategia de mejoramiento	Calor por controles mecánicos	Intervalo	
			Calor por evaporación		Intervalo		
				Parámetros fijos de la infraestructura.	Razón		

ANEXO 02
FOTOGRAFIA DE MEDICIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LA
VIVIENDA



Figura 44. Medición con flexómetro la dimensión de la vivienda



Figura 45. Medición con flexómetro la dimensión de la vivienda



Figura 46. Medición con flexómetro la dimensión de la ventana



Figura 47. Medición con flexómetro la dimensión de la puerta



Figura 48. Medición con flexómetro la altura y ancho de la columna de adobe

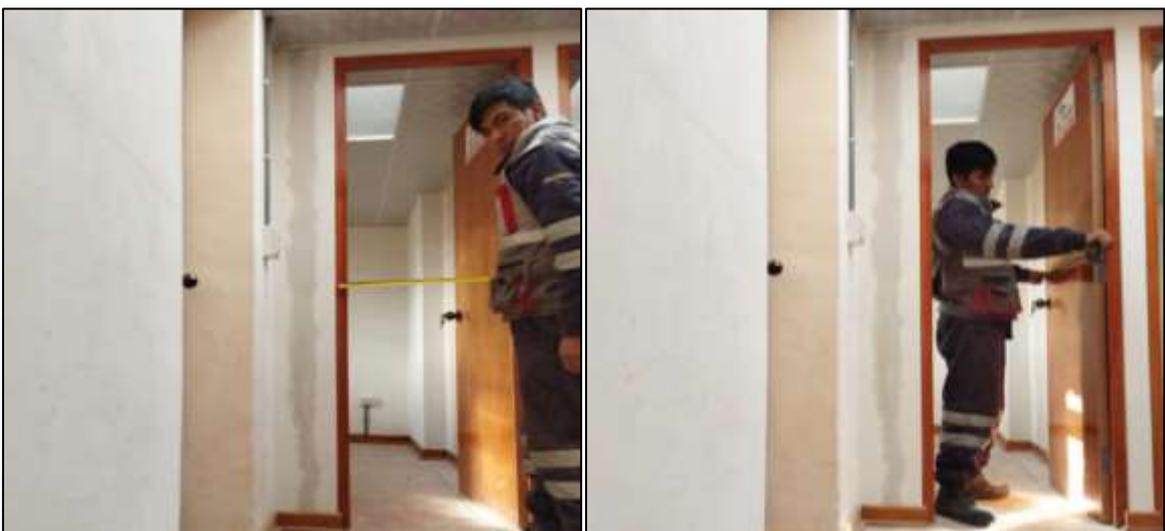


Figura 49. Medición con flexómetro la dimensión de las puertas internas



Figura 50. Medición con flexómetro de las contraventanas



Figura 51. Medición con flexómetro la altura al cielorraso



Figura 52. Se observa el poliestireno en el techo.



Figura 53. se observaron agujeros en los tímpanos que no están bien sellados



Figura 54. Se observa presencia de agujeros en las uniones de las calaminas

ANEXO 03
INFORME DE MONITOREO DE METEREOLÓGÍA



Universidad Nacional del Altiplano



FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
LABORATORIO DE MONITOREO Y EVALUACION
AMBIENTAL

**INFORME DE ANÁLISIS METEOROLOGIA
N° 08-LA136**

ASUNTO: Evaluación del Confort Térmico de Viviendas Rurales Sismorresistentes Construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural, Juliaca, Puno - 2022.

PROCEDENCIA: Comunidad Jatun Jallpa - Juliaca

SOLICITANTE: FRANZ KILDER
MAMANI CHARCA

TELEFONO: cel. 955430616

CODIGO DE

LABORATORIO: L01LA136

N° ORDEN: LMEA - 4210 -
MP - AES

FECHA DE MUESTRO:

PERIODO DEL 31 DE MAYO AL
06 DE JUNIO DEL 2022

TIPO DE SERVICIO: Único



PROYECTO:

}“Evaluación del Confort Térmico de Viviendas Rurales Sismorresistentes Construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural, Juliaca, Puno - 2022.”

PUNO - 2022



1.	INTRODUCCION	1
2.	OBJETIVOS.....	1
2.1	OBJETIVO GENERAL.....	1
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICO	1
3.	MARCO LEGAL	1
4.	UBICACIÓN	2
5.	DESCRIPCIÓN DEL MONITOREO Y ENSAYOS.....	2
5.1	PARAMETROS MEDIDOS.....	2
5.2	MATERIALES Y EQUIPOS	2
5.3	ESTACIONES DE MONITOREO.....	3
5.4	METODOLOGÍA PARA ASEGURAR LA CALIDAD DE LOS DATOS.....	3
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	5
6.1.	MONITOREO DE LA VIVIENDA 1	5
6.2.	MONITOREO DE LA VIVIENDA 2	7
6.3.	MONITOREO DE LA VIVIENDA 3	9
7.	CONCLUSIONES	12



INFORME DE MONITOREO DE METEREOLOGIA

1. INTRODUCCION

El tesista Franz kilder Mamani Charca para desarrollar su tesis solicito el servicio del Laboratorio de Monitoreo y Evaluación Ambiental de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional del Altiplano, en donde se ejecuto el servicio de monitoreo de meteorología en la comunidad Jatun Jallpa de la ciudad de Juliaca en 3 viviendas ejecutadas por el PNVR del Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento.

Los componentes ambientales considerados en el presente monitoreo corresponden a los siguientes:

- Temperatura interna
- Humedad relativa
- Radiación solar

El presente documento contiene análisis de la información recolectada entre el 31 de mayo al 7 de junio de 2022.

Este informe fue preparado exclusivamente para el "tesista" por el LMEA - FIM - UNA (Laboratorio de Monitoreo y Evaluación Ambiental - Facultad de Ingeniería de Minas-Universidad Nacional del Altiplano). La calidad de la información, conclusiones y estimados aquí incluidos son consistentes con el nivel de esfuerzo involucrado en los servicios de LMEA - FIM - UNA.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Efectuar el monitoreo meteorológico del área de estudio, de acuerdo a los contenidos y frecuencias establecidas en las distintas Resoluciones de Calificación Ambiental que aprueban el proyecto.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Medir y entregar parámetros ambientales confiables y de calidad a través de procedimientos e instructivos generados en un Sistema de Gestión ISO 9001:2015
 - Realizar un monitoreo continuo asegurando una representación adecuada de los parámetros que se desean analizar, logrando que la recuperación de datos sea mayor al 75 %.
-

3. MARCO LEGAL

- Ley N° 28611. "Ley General del Ambiente".
- Reglamento Nacional de edificaciones NORMA EM.110



4. UBICACIÓN

El area de estudio estan ubicadas en la comunidad campesina Jatun Jallpa del distrito de Juliaca -Puno, se llega desde la ciudad de Juliaca mediante la carretera afirmada Juliaca – Mañazo aproximadamente 4.4 km.

Políticamente se encuentran en:

Región : Puno
Provincia : San Román
Distrito : Juliaca
Comunidad : Jatun Jallpa

5. DESCRIPCIÓN DEL MONITOREO Y ENSAYOS

5.1 PARAMETROS MEDIDOS

Los parámetros medidos en el Monitoreo de meteorología fueron: temperatura, humedad relativa y radiación solar.

5.2 MATERIALES Y EQUIPOS

A continuación, se presenta un detalle de los equipos utilizados para el monitoreo de meteorología en la estación de monitoreo de cada vivienda evaluada.

Tabla 1: Equipos de muestreo

PARÁMETROS	EQUIPO	PRINCIPIO OPERACIÓN
Temperatura	Datalogger HD33(L) MT.4 y sensores temperatura DHT22	Termistor y resistencia
Humedad relativa	Datalogger HD33(L) MT.4 y sensores de humedad relativa DHT22	Termistor y resistencia
Radiación Solar	Datalogger HD33(L) MT.4 y piranómetro	Detector fotovoltaico



Figura 1: equipos utilizados para el monitoreo.

5.3 ESTACIONES DE MONITOREO

En la comunidad Jatun Jallpa, se realizó el monitoreo en tres (03) viviendas considerando representativas para este tipo de estudio, ubicada en el área del proyecto.

- Área de influencia de la vivienda
- Seguridad y suministro continuo de energía 220V.

El Cuadro 2 presenta las ubicaciones y fechas de monitoreo.

Tabla 2: Ubicación de las Estaciones y Fechas de Monitoreo

Descripción de Estaciones	Coordenadas UTM ¹		Altitud	Fecha	Tiempo
	Este	Norte	m.s.n.m.		
Vivienda 1	375255	8280626	3845	31/05/22 y 01/06/22	48 horas
Vivienda 2	375647	8280397	3837	02/06/22 y 03/06/22	48 horas
Vivienda 3	376063	8280247	3833	04/06/22 y 05/06/22	48 horas

⁰¹ COORDENADAS EN EL Sistema de Proyección Universal Transversal Mercator (UTM) Datum WGS84 -Zona 18S.



Figura 2: Ubicación espacial del área de monitoreo

5.4 METODOLOGÍA PARA ASEGURAR LA CALIDAD DE LOS DATOS

El programa contempla el monitoreo continuo de parámetros meteorológicos y se toma en cuenta lo siguiente para poder obtener los datos más verídicos posibles:

- Criterios de selección de lugares e instalación de equipos
- Procedimientos de calibración para los equipos utilizados en la medición
- Programa de operación, control y mantención
- Procedimientos para el procesamiento de datos
- Procedimiento para el manejo de muestras de partículas

INFORME MONITOREO DE METEOROLOGÍA

"Evaluación del Confort Térmico de Viviendas Rurales Sismorresistentes Construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural, Juliaca, Puno - 2022."



MONITOREO DE TEMPERATURA INTERNA Y HUMEDAD RELATIVA: se realizó en 3 puntos de monitoreo dentro de la vivienda y son: área tapón, área interior vivienda y área sobre cielorraso.

MONITOREO DE RADIACION SOLAR: se realizó en un solo punto de monitoreo y está ubicada en el techo de la vivienda.



Figura 3: Ubicación del piranómetro

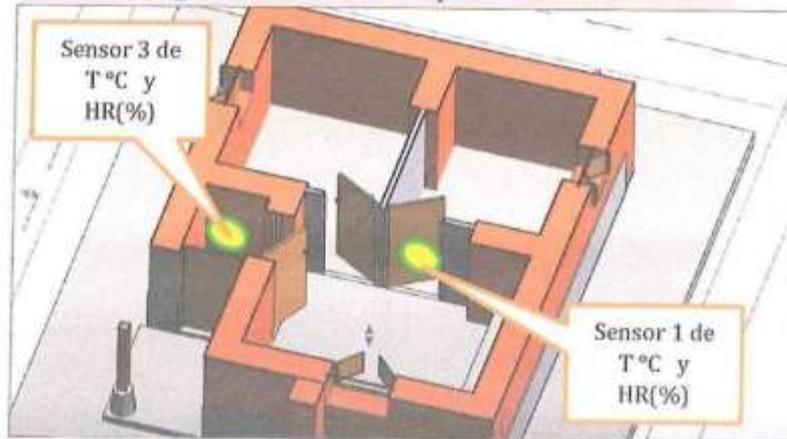


Figura 4: Ubicación de los sensores 1 y 3 de temperatura - humedad relativa

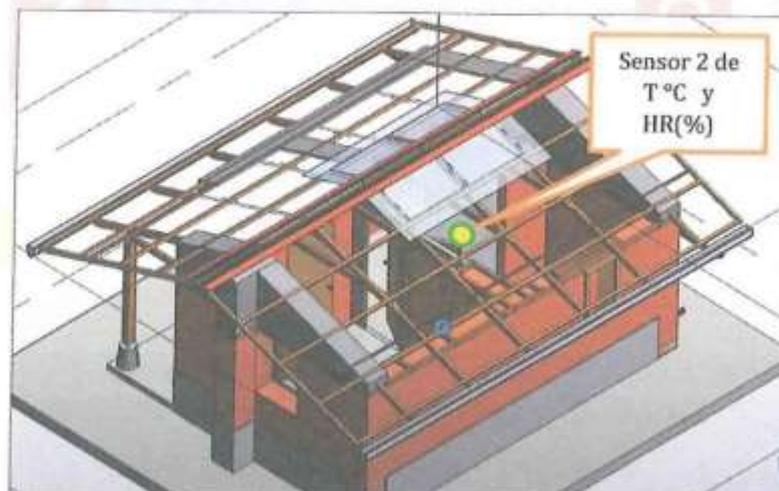


Figura 5: Ubicación del sensor 2 de temperatura - humedad relativa



6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las mediciones meteorológicas se realizaron en 3 viviendas por 6 días continuos se empezó a las 8:30 a.m. de la mañana el 31 de mayo y se terminó el 06 de junio a las 6:00 a.m. de la mañana, en la tabla siguiente se presenta un resumen de los valores medios del período.

Cuadro 3: valores de las variables meteorológicas

Periodo del 31 de mayo al 06 de junio del 2022							
NUMERO DE MUESTRAS	VARIABLE	VALOR					
		DIA 1			DIA 2		
		interior vivienda	sobre cielorraso	área tapón	interior vivienda	sobre cielorraso	área tapón
		martes, 31 de mayo de 2022			miércoles, 1 de junio de 2022		
VIVIENDA 1	TEMPERATURA INTERNA DEL AIRE (°C)						
	mínima absoluta	11.1	5.9	7.4	11.1	6.1	5.9
	máxima absoluta	17.1	31.2	14.6	17.0	27.5	12.2
	Promedio	13.9	14.3	10.1	13.6	13.9	9.4
	HUMEDAD RELATIVA (%)						
	mínima absoluta	45.9	26.8	37.0	43.1	24.5	41.3
	máxima absoluta	69.5	59.0	66.1	69.6	61.7	75.2
	Promedio	59.2	43.3	54.1	59.1	43.4	54.1
	RADIACION SOLAR						
	irradiancia máxima	906	W/m ²		1106	W/m ²	
irradiación	3.1	kWh/m ²		5.1	kWh/m ²		
		jueves, 2 de junio de 2022			viernes, 3 de junio de 2022		
VIVIENDA 2	TEMPERATURA INTERNA DEL AIRE (°C)						
	mínima absoluta	9.9	4.7	7.5	9.9	4.8	6.6
	máxima absoluta	15.9	38.5	12.9	16.2	39.5	12.6
	promedio	12.1	13.0	10.2	12.5	14.5	10.3
	HUMEDAD RELATIVA (%)						
	mínima absoluta	51.6	24.2	33.0	54.2	24.4	47.2
	máxima absoluta	75.9	71.2	62.8	77.6	75.9	64.9
	promedio	67.1	57.8	50.8	68.8	58.2	53.7
	RADIACION SOLAR W/m ²						
	irradiancia máxima	873	W/m ²		1140	W/m ²	
irradiación	5.1	kWh/m ²		4.8	kWh/m ²		
		sábado, 4 de junio de 2022			domingo, 5 de junio de 2022		
VIVIENDA 3	TEMPERATURA INTERNA DEL AIRE (°C)						
	mínima absoluta	10.1	6.6	8.1	9.8	4.7	7.4
	máxima absoluta	15.5	25.8	11.2	16.7	27.0	12.4
	promedio	12.1	13.2	9.6	12.3	12.4	9.5
	HUMEDAD RELATIVA (%)						
	mínima absoluta	46.2	31.7	43.5	52.1	30.7	52.1
	máxima absoluta	70.9	72.8	73.5	75.9	73.1	69.7
	promedio	59.7	54.0	59.7	64.1	58.2	62.9
	RADIACION SOLAR W/m ²						
	irradiancia máxima	938	W/m ²		962	W/m ²	
irradiación	4.2	kWh/m ²		4.1	kWh/m ²		

6.1. MONITOREO DE LA VIVIENDA 1

DIA 1

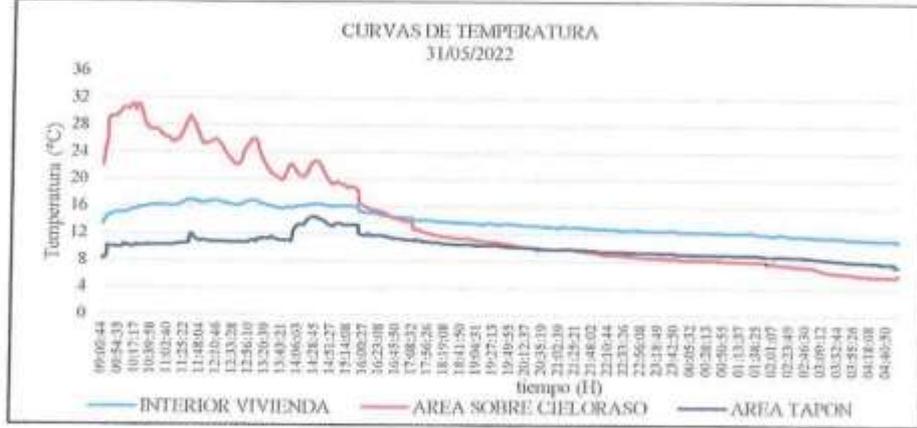
INFORME MONITOREO DE METEOROLOGÍA

"Evaluación del Confort Térmico de Viviendas Rurales Sismorresistentes Construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural, Juliaca, Puno - 2022."



El monitoreo se empezó desde las 8:30 a.m. del día 31 de mayo hasta las 6:00 a.m. del día siguiente, durante el día se tubo presencia de nubes y se tuvo la siguiente curva.

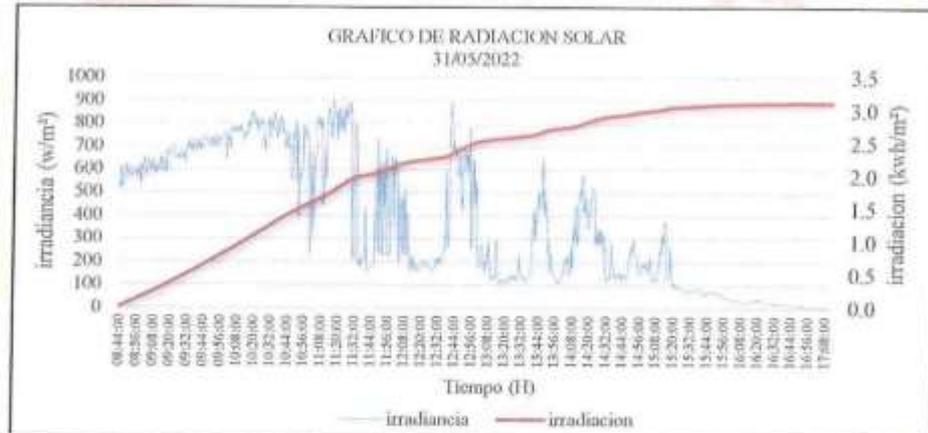
Temperatura interna



Humedad relativa



Radiación solar



DIA 2

El monitoreo se empezó desde las 6:00 am del día 01 de junio hasta las 6:00 am del día siguiente y durante el día se tubo presencia de nubes y se tuvo la siguiente curva.

INFORME MONITOREO DE METEOROLOGÍA

"Evaluación del Confort Térmico de Viviendas Rurales Sismorresistentes Construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural, Juliaca, Puno - 2022."



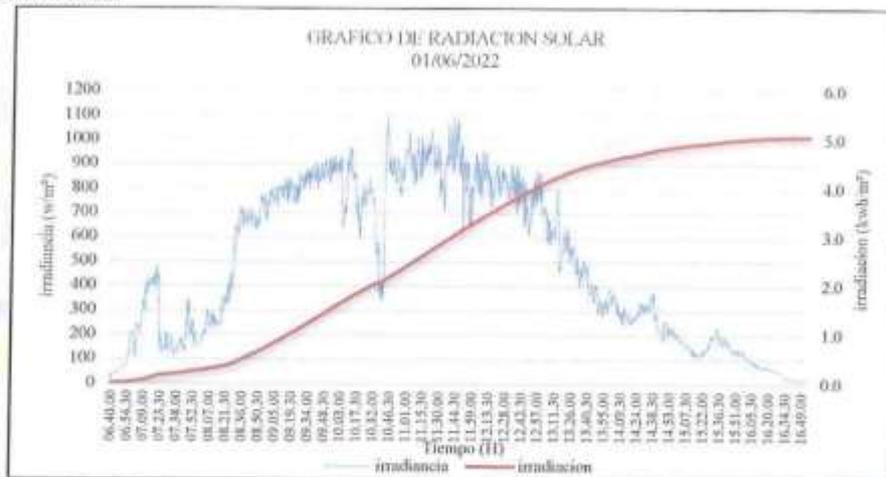
Temperatura interna



Humedad relativa



Radiación solar



6.2. MONITOREO DE LA VIVIENDA 2

DIA 3

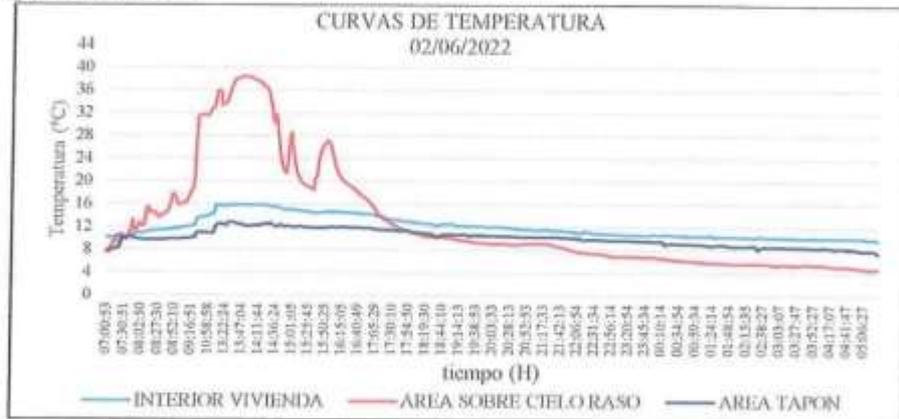
INFORME MONITOREO DE METEOROLOGÍA

"Evaluación del Confort Térmico de Viviendas Rurales Sismorresistentes Construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural, Juliaca, Puno - 2022."



El monitoreo se empezó desde las 7:00 am del día 02 de junio hasta las 6:00 am del día siguiente y durante el día se tubo presencia de nubes y se tuvo la siguiente curva.

Temperatura interna



Humedad relativa



Radiación solar



DIA 4

El monitoreo se empezó desde las 6:00 am del día 04 de junio hasta las 6:00 am del día siguiente y durante el día se tubo presencia de nubes y se tuvo la siguiente curva.

INFORME MONITOREO DE METEOROLOGÍA

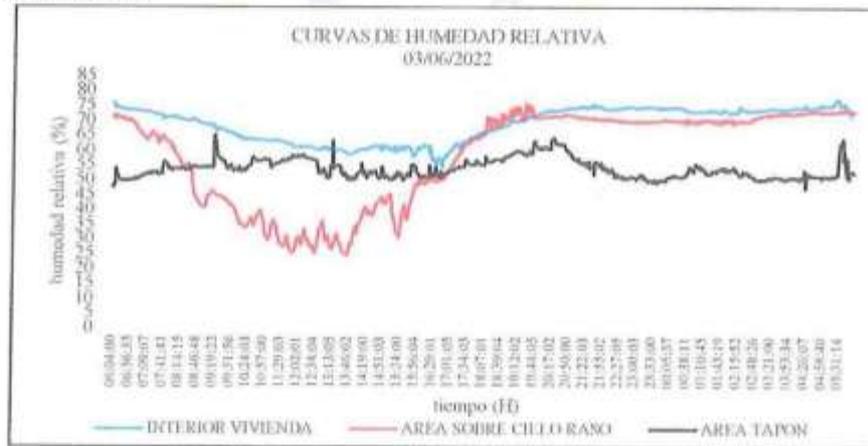
"Evaluación del Confort Térmico de Viviendas Rurales Sismorresistentes Construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural, Juliaca, Puno - 2022."



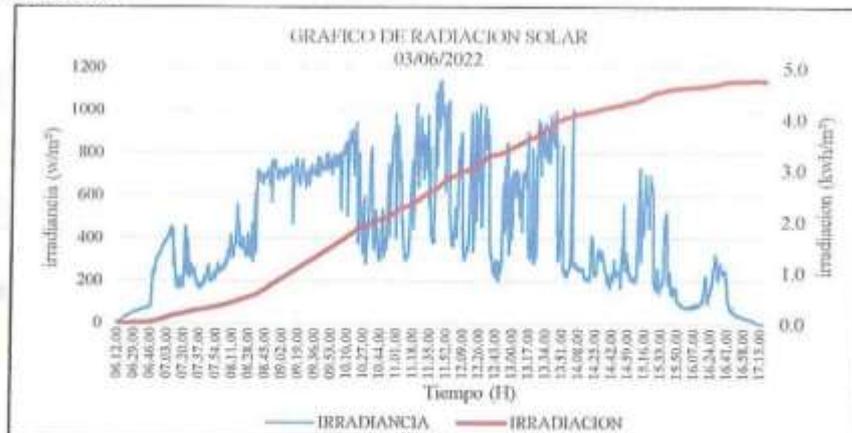
Temperatura interna



Humedad relativa



Radiación solar



6.3. MONITOREO DE LA VIVIENDA 3

DIA 5



INFORME MONITOREO DE METEOROLOGÍA

"Evaluación del Confort Térmico de Viviendas Rurales Sismorresistentes Construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural, Juliaca, Puno - 2022."

El monitoreo se empezó desde las 7:00 am del día 04 de junio hasta las 6:00 am del día siguiente y durante el día se tubo presencia de nubes y se tuvo la siguiente curva.

Temperatura interna



Humedad relativa



Radiación solar



DIA 6

El monitoreo se empezó desde las 6:00 am del día 05 de junio hasta las 6:00 am del día siguiente y durante el día se tubo presencia de nubes y se tuvo la siguiente curva.

INFORME MONITOREO DE METEOROLOGÍA

"Evaluación del Confort Térmico de Viviendas Rurales Sismorresistentes Construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural, Juliaca, Puno - 2022."



Temperatura interna



Humedad relativa



Radiación solar



INFORME MONITOREO DE METEOROLOGÍA

"Evaluación del Confort Térmico de Viviendas Rurales Sismorresistentes Construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural, Juliaca, Puno - 2022."

7. CONCLUSIONES

- El registro de temperatura promedio que se obtuvieron en el interior de las viviendas son 13.9 °C, 12.1 y 12.2 respectivamente están por debajo de los valores de temperatura del ambiente interior permitido según el RNE en la NORMA EM.110 establece que es 18 °C para este parámetro.
- La humedad relativa es fuertemente proporcional a la temperatura y altamente sensible a sus cambios, por tal sentido si la temperatura es estable en un ambiente su humedad relativa también lo estará.
- La radiación solar de los días registradas se tuvo un máximo de 1140 w/m² y 5.1 kwh/m²



**ANEXO: INFORME DE ENSAYO
FORMULARIO
INFORME DE ENSAYO**

laboratorio de monitoreo y evaluación ambiental: FM - UNAP
comunidad jatun jallpa - Juliaca
Franz kilder Mamani Charca

ensayo: medición de temperatura
unidad: °C
periodo: 31 de mayo al 6 de junio del 2022

LUGAR MONIT.	HORAS																								MED	MAX	MIN	
	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00				
DIA 1 VIVIENDA 1	sensor 1	-	-	13.4	15.1	16.2	16.7	16.9	15.9	16.1	15.2	14.4	14.0	13.6	13.4	13.1	12.8	12.5	12.4	12.2	11.9	11.6	11.4	11.1	13.9	17.1	11.1	
	sensor 2	-	-	22.1	30.6	24.2	25.6	26.1	21.6	19.6	16.2	13.9	12.0	11.1	10.2	9.8	9.1	8.6	8.2	8.1	7.7	7.0	6.0	5.9	6.1	14.3	31.2	5.9
	sensor 3	-	-	8.2	10.3	10.3	10.8	11.0	12.7	13.5	11.8	11.1	10.8	10.3	10.0	9.7	9.4	9.3	9.1	9.0	8.8	8.5	8.0	7.4	7.4	10.1	14.6	7.4
DIA 2	sensor 1	11.3	12.4	13.4	15.3	16.0	16.5	16.8	16.0	15.5	15.5	14.6	13.6	13.5	13.3	13.1	12.8	12.5	12.3	12.1	12.0	11.9	11.8	11.7	13.6	17.0	11.1	
	sensor 2	7.4	11.2	22.0	27.3	25.0	24.1	23.8	20.7	19.6	17.4	14.2	12.8	11.1	10.3	9.6	9.0	8.5	7.9	7.3	7.2	7.2	7.1	7.0	7.1	13.9	27.5	6.1
	sensor 3	6.3	7.5	8.2	9.0	9.8	10.6	10.7	10.9	11.0	11.2	11.7	11.3	10.4	10.0	9.7	9.4	9.1	8.8	8.7	8.5	8.5	8.3	8.2	8.2	9.4	12.2	5.9
DIA 3	sensor 1	10.1	10.8	11.8	12.8	14.0	15.5	15.9	15.9	15.2	14.6	14.2	12.9	12.5	12.1	11.6	11.2	10.8	10.8	10.5	10.4	10.2	10.1	10.1	9.9	15.9	9.9	
	sensor 2	7.5	12.7	15.8	27.0	32.2	35.1	33.4	38.1	27.7	25.2	16.0	11.0	10.0	9.1	9.2	7.9	6.9	6.7	6.0	5.6	5.4	5.4	4.9	4.8	13.0	38.5	4.7
	sensor 3	7.8	9.8	9.9	10.8	10.9	12.1	12.7	12.2	12.1	12.1	11.8	11.1	10.7	10.5	10.3	10.1	9.8	9.5	9.0	8.7	8.6	8.4	8.0	7.5	10.2	12.9	7.5
DIA 4	sensor 1	10.6	11.4	12.5	13.5	14.4	15.7	15.6	15.8	15.0	14.5	13.8	12.9	12.1	11.8	11.7	11.3	11.0	10.9	11.0	11.2	11.1	11.0	11.1	12.5	16.2	9.9	
	sensor 2	7.6	12.8	22.5	23.4	28.4	31.7	29.4	27.3	21.4	17.7	14.5	11.3	10.3	8.8	8.3	7.6	7.2	7.2	7.6	8.1	8.2	8.2	8.1	8.4	39.5	4.8	
	sensor 3	7.7	9.2	10.0	10.9	10.9	11.2	11.9	12.2	12.1	12.3	11.9	11.1	10.6	10.4	10.2	10.0	9.8	9.6	9.7	9.7	9.5	9.5	9.6	9.2	15.5	10.1	
DIA 5	sensor 1	10.1	10.4	11.8	12.8	14.3	15.4	15.0	14.5	14.5	14.3	13.4	12.2	11.6	11.4	11.3	11.0	10.8	10.7	10.7	10.6	10.5	10.5	10.3	12.1	15.5	10.1	
	sensor 2	9.3	11.7	15.3	18.3	21.8	25.1	22.2	21.5	19.7	17.5	12.5	10.5	9.6	8.4	8.9	8.8	8.8	8.8	8.6	8.6	8.5	8.8	8.7	9.6	12.6	6.6	
	sensor 3	8.1	9.8	9.3	9.4	9.8	60.9	10.4	10.5	10.9	11.0	10.8	10.6	10.3	10.0	9.8	9.4	8.8	8.6	8.6	8.5	8.8	8.7	8.8	8.7	11.2	8.1	
DIA 6	sensor 1	10.6	11.7	12.7	13.7	14.9	15.9	16.5	15.6	14.5	14.2	13.4	12.9	12.0	11.6	11.5	11.3	11.0	10.7	10.6	10.4	10.2	10.1	9.9	12.3	16.7	9.8	
	sensor 2	9.5	12.4	16.1	20.8	22.7	23.6	25.9	20.2	19.7	16.2	13.5	11.0	9.1	8.6	9.5	8.6	8.6	6.7	6.7	5.5	5.2	5.0	4.8	4.7	12.4	27.0	4.7
	sensor 3	8.3	8.8	9.1	9.5	9.9	10.4	10.7	10.8	10.9	11.5	11.1	10.4	10.0	9.8	9.4	9.2	9.1	8.7	8.7	8.5	8.3	8.2	8.0	7.7	9.5	12.4	7.4
MED	sensor 1	10.5	11.3	12.6	13.9	15.0	16.0	16.1	15.6	15.1	14.7	14.0	13.1	12.6	12.3	12.1	11.7	11.4	11.3	11.2	11.1	10.9	10.8	10.7	10.7	14.6	7.4	
	sensor 2	8.3	12.2	19.0	24.6	26.1	27.5	26.8	24.9	21.3	18.4	14.1	11.4	10.2	9.2	9.2	8.5	7.9	7.7	7.5	7.2	6.9	6.6	6.3	6.4	8.1	25.8	6.6
	sensor 3	7.6	9.0	9.1	10.0	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3
MAX	sensor 1	11.3	12.4	13.4	15.3	16.2	16.7	16.9	16.0	16.1	15.5	14.6	13.6	13.4	13.1	12.8	12.5	12.4	12.2	12.0	11.9	11.8	11.7	11.8	12.8	17.1	11.8	
	sensor 2	9.5	12.8	22.5	30.6	32.2	35.1	33.4	38.1	27.7	25.2	16.0	12.8	11.1	10.3	9.8	9.1	9.0	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	31.2	6.1	
	sensor 3	8.3	9.8	10.0	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	
MIN	sensor 1	10.1	10.4	11.8	12.8	14.0	15.4	15.0	14.5	14.2	13.4	12.2	11.6	11.4	11.3	11.0	10.8	10.7	10.5	10.4	10.2	10.1	9.9	9.9	11.1	4.7		
	sensor 2	7.4	11.2	15.3	18.3	21.8	23.6	22.2	20.2	19.6	16.2	12.5	10.5	9.1	8.4	8.3	7.6	6.9	6.7	6.0	5.5	5.2	5.0	4.8	4.7	4.7	27.0	4.7
	sensor 3	6.3	7.5	8.2	9.0	9.8	10.4	10.4	10.5	10.9	11.0	10.8	10.4	10.0	9.8	9.4	9.2	8.8	8.6	8.6	8.5	8.3	8.0	7.7	7.7	12.4	7.4	

viviendas monitoreadas:

- 3
- espacio monitoreado interior vivienda
- espacio monitoreado de sobre cieloaraso
- espacio monitoreado área tapón



FORMULARIO
INFORME DE ENSAYO

Nombre del laboratorio: laboratorio de monitoreo y evaluación ambiental FM - UMAP
lugar de ensayo: comunidad Jaltun Jalt'a - Juliaca
Cliente (asista): Franz Kildar Mamani Charca

ensayo: medición de Humedad Relativa
unidad: %
periodo: 31 de mayo al 6 de junio del 2022

LUGAR	MONIT.	HORAS												MED	MAX	MIN												
		07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00				19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	
VIVIENDA 1	sensor 1			46.4	46.5	51.3	51.0	50.4	49.6	50.2	54.9	55.6	56.9	61.0	61.2	63.0	63.2	64.8	66.2	66.8	69.0	68.4	67.6	67.7	67.1	59.2	69.5	45.9
	sensor 2			26.9	27.3	30.8	32.9	29.2	28.1	30.3	42.7	46.8	50.4	50.3	49.6	46.2	50.6	48.9	46.7	48.8	54.7	58.2	58.9	58.1	58.1	43.3	59.0	26.8
	sensor 3					51.2	57.4	57.9	60.1	62.3	41.6	60.5	52.0	55.9	57.2	60.7	54.6	59.7	51.5	54.7	52.2	53.2	48.1	49.0	47.9	54.1	66.1	37.0
VIVIENDA 2	sensor 1	63.1	62.5	59.0	56.3	53.0	47.1	45.3	45.2	49.9	56.6	50.6	54.3	61.3	62.6	62.5	62.2	64.4	65.0	65.5	65.1	66.7	66.8	67.7	69.4	59.1	49.6	43.1
	sensor 2	61.7	55.5	34.3	29.6	32.2	25.7	27.5	32.7	27.2	30.6	36.0	45.1	46.6	49.0	51.6	54.4	54.2	55.7	52.8	54.4	52.4	53.4	51.7	50.1	43.4	61.7	24.5
	sensor 3	48.7	51.3	53.0	55.0	62.5	64.5	64.9	59.8	61.5	74.2	47.6	54.2	55.3	51.0	50.0	50.2	48.8	46.6	47.8	48.9	49.6	48.1	48.5	49.3	54.1	75.2	41.3
VIVIENDA 3	sensor 1	61.0	64.2	64.9	61.0	58.6	57.9	55.6	56.7	59.0	60.8	61.8	65.8	68.2	69.9	69.6	69.8	71.4	72.3	74.3	73.7	74.0	73.8	74.3	75.7	67.1	75.9	51.6
	sensor 2	60.1	48.6	45.6	32.0	26.9	26.8	26.9	24.5	31.1	33.1	48.8	63.6	67.1	68.8	68.1	68.1	68.9	69.6	68.4	69.6	70.0	69.9	69.0	70.7	57.8	71.2	24.2
	sensor 3	33.1	44.8	49.8	46.8	49.2	56.5	47.6	50.5	51.7	54.6	53.1	54.7	59.3	55.9	53.6	53.6	50.2	50.5	47.2	47.9	49.7	49.5	44.8	47.4	50.8	62.8	33.0
VIVIENDA 4	sensor 1	73.1	71.0	68.9	65.2	63.2	61.0	60.6	59.5	61.4	61.0	59.3	65.6	69.5	72.9	74.1	73.9	74.3	74.0	73.1	72.5	73.7	74.3	74.8	73.2	68.8	77.6	54.2
	sensor 2	65.5	60.8	40.5	40.0	30.9	29.3	31.2	34.1	42.2	48.7	52.9	44.4	73.6	71.1	71.5	70.4	69.4	70.5	69.8	70.2	71.5	72.3	72.8	73.1	58.2	75.9	24.4
	sensor 3	50.9	52.9	54.0	53.1	57.0	57.6	51.8	50.4	51.4	52.1	53.0	55.3	58.5	60.4	57.4	54.1	50.2	50.7	54.1	53.1	49.9	50.6	51.2	52.3	53.7	64.9	47.2
VIVIENDA 5	sensor 1	48.2	49.6	51.0	50.0	50.6	50.4	53.3	55.4	56.4	59.7	61.2	65.3	67.8	69.6	68.8	66.4	63.1	60.6	61.2	60.2	63.1	64.1	64.2	66.1	59.7	70.9	46.2
	sensor 2	53.1	49.5	43.1	38.9	35.4	32.9	36.8	38.0	39.6	41.3	54.8	63.5	65.5	68.3	69.7	66.6	66.5	62.3	59.8	60.1	61.7	65.4	66.2	66.2	54.0	72.8	31.7
	sensor 3	43.5	45.9	50.3	59.9	60.1	60.9	60.4	64.3	66.2	68.2	70.1	70.2	70.8	68.2	67.8	64.8	51.0	52.4	52.4	53.6	55.4	56.9	57.6	58.3	59.7	73.5	43.5
VIVIENDA 6	sensor 1	67.1	62.3	58.5	56.7	55.3	53.5	53.6	57.0	58.4	57.6	60.6	64.3	65.8	67.7	67.6	67.2	69.4	69.5	70.0	71.7	72.2	72.9	73.0	73.4	64.1	75.9	52.1
	sensor 2	63.8	58.4	48.5	39.0	38.0	34.5	33.0	40.2	39.6	45.3	58.4	67.5	69.4	69.4	71.0	70.7	68.8	70.0	69.6	68.4	68.7	68.6	68.7	69.2	58.2	73.1	30.7
	sensor 3	67.3	58.2	58.2	60.6	60.2	67.4	66.9	67.7	66.2	62.9	64.4	68.0	66.9	65.0	66.3	63.7	61.0	60.8	61.4	60.4	60.4	60.5	60.3	63.0	62.9	69.7	52.1
MED	sensor 1	62.5	61.9	58.1	56.0	55.3	53.5	53.1	53.9	55.6	58.4	58.2	62.0	65.6	67.3	67.6	67.1	67.9	67.9	68.5	68.7	69.9	69.9	70.6	71.2			
	sensor 2	60.8	54.6	39.8	34.5	32.4	30.7	30.8	32.9	35.0	40.3	49.6	59.1	62.1	62.7	63.0	63.5	62.2	62.8	61.2	61.9	63.2	64.6	64.6	64.6			
	sensor 3	48.7	50.6	52.8	55.5	57.8	61.2	59.0	55.7	56.3	60.7	57.4	59.9	61.9	59.2	59.1	54.7	52.7	52.2	52.7	52.7	52.2	52.5	52.1	53.2			
MAX	sensor 1	73.1	71.0	68.9	65.2	63.2	61.0	60.6	59.5	61.4	61.0	59.3	65.6	69.5	72.9	74.1	73.9	74.3	74.0	73.7	74.0	74.0	74.3	74.0	74.8	75.7		
	sensor 2	65.5	60.8	40.5	40.0	30.9	29.3	31.2	34.1	42.2	48.7	52.9	44.4	73.6	71.1	71.5	70.4	69.4	70.5	69.8	70.2	71.5	72.3	72.8	73.1			
	sensor 3	67.3	58.2	58.2	60.6	60.2	67.4	66.9	67.7	66.2	62.9	64.4	68.0	66.9	65.0	66.3	63.7	61.0	60.8	61.4	60.4	60.4	60.5	60.3	63.0			
MIN	sensor 1	48.2	49.6	44.4	46.5	50.6	47.1	45.3	45.2	49.9	54.9	50.6	54.3	61.0	61.2	62.5	62.2	63.1	60.6	61.2	60.2	63.1	64.1	66.2	67.1			
	sensor 2	53.1	48.6	26.9	27.3	26.9	25.7	26.9	24.5	27.2	30.6	36.0	45.1	46.6	49.0	46.2	50.6	45.5	48.9	46.7	48.8	52.4	53.4	51.7	50.1			
	sensor 3	33.1	44.8	49.8	46.8	49.2	56.5	47.6	50.5	51.7	54.6	53.1	54.7	59.3	55.9	53.6	53.6	50.2	50.5	47.2	47.9	49.7	49.5	44.8	47.4			
vivienda monitoreada:		3																										
sensor 1		espacio monitoreado interior vivienda																										
sensor 3		espacio monitoreado de sobre cieloaraso																										
sensor 2		espacio monitoreado área tapán																										



FORMULARIO

INFORME MONITOREO DE METEOROLOGÍA
"Evaluación del Confort Térmico de Viviendas Rurales Sismorresistentes Construidas por el Programa Nacional de Vivienda Rural, Juliaca, Puno - 2022."

INFORME DE ENSAYO

Nombre del laboratorio:
lugar de ensayo:
Cliente (resista):

laboratorio de monitores y evaluación ambiental FIM - DHAQ
comunidad jhan jallpa - Juliaca
Frenz kilder Maman Charco

ensaye:
unidad:
periodo:

medición de Radiación Solar
watt/m2
31 de mayo al 6 de junio del 2022

	fecha	HORAS																		MAX						
		06:00	06:30	07:00	07:30	08:00	08:30	09:00	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30		15:00	15:30	16:00	16:30	17:00	17:30
VIVIENDA 1	DIA 1	0	-	-	-	-	518.0	599.0	675.0	637.0	820.0	228.0	297.0	351.0	22.0	218.0	225.0	119.0	279.0	174.0	74.0	42.0	25.0	7.0	0.0	906.0
VIVIENDA 2	DIA 2	0.0	10.0	152.0	156.0	167.0	625.0	776.0	866.0	892.0	796.0	958.0	799.0	879.0	855.0	720.0	529.0	378.0	324.0	185.0	108.0	49.0	6.0	0.0	1106.0	
VIVIENDA 3	DIA 3	0.0	15.0	88.0	153.0	214.0	327.0	570.0	606.0	590.0	820.0	808.0	770.0	729.0	457.0	647.0	789.0	640.0	158.0	147.0	113.0	51.0	297.0	43.0	0.0	873.0
VIVIENDA 4	DIA 4	0.0	56.0	367.0	230.0	249.0	345.0	719.0	725.0	783.0	470.0	403.0	878.0	443.0	904.0	716.0	807.0	347.0	341.0	243.0	190.0	83.0	306.0	27.0	0.0	1140.0
VIVIENDA 5	DIA 5	0	15.0	36.0	112.0	207.0	396.0	417.0	618.0	516.0	799.0	477.0	734.0	353.0	334.0	335.0	420.0	637.0	544.0	481.0	115.0	390.0	30.0	8.0	0.0	938.0
VIVIENDA 6	DIA 6	0.0	12.0	41.0	88.0	235.0	305.0	639.0	484.0	543.0	808.0	242.0	834.0	935.0	527.0	772.0	560.0	264.0	103.0	245.0	500.0	68.0	22.0	21.0	0.0	943.0

viviendas monitorizadas:





MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

DIRECCIÓN DE FISCALIZACIONES DE CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA
EN COMUNICACIONES

CERTIFICADO DE HOMOLOGACIÓN

Código: TRFM51395

Emisión: 17/11/2021

Que mediante el INFORME N° 5739-2021-MTC/29.01.LIM.H de fecha 17 de noviembre de 2021, se determinó que el equipo o aparato cumple con las disposiciones de la Ley de Telecomunicaciones y su Reglamento General, con el Reglamento Específico de Homologación de Equipos y Aparatos de Telecomunicaciones y su modificatoria, y con las Normas Técnicas Vigentes; en consecuencia, se autoriza el uso del equipo en el territorio nacional bajo las siguientes condiciones:

El presente certificado no constituye título habilitante para la prestación de servicios de telecomunicaciones, ni autoriza el uso de frecuencias del espectro radioeléctrico.

La expedición del presente certificado no exime a la Dirección de Fiscalización competente del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de realizar las mediciones y comprobaciones técnicas destinadas a verificar el cumplimiento de las condiciones en que se otorgó el certificado de homologación.

En caso de incumplirse las disposiciones establecidas en el Reglamento Específico de Homologación de Equipos y Aparatos de Telecomunicaciones o verificarse alguna modificación de las especificaciones técnicas consignadas en el certificado de homologación, el órgano competente procederá a cancelar el certificado otorgado.

Las infracciones relativas a la homologación de equipos y aparatos de telecomunicaciones se encuentran tipificadas en la Ley de Telecomunicaciones y su Reglamento General, y en el ámbito del servicio de radiodifusión, se encuentran contempladas en la Ley de Radio y Televisión y en su Reglamento.

SE CERTIFICA:

FABRICANTE / CONSTRUCTOR / EMPRESA

Nombre : DELTA OHM S.R.L.

Dirección : Via Marconi 5 35030 Caselle di Selvazzano (PD)

País : ITALIA

DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO Y/O APARATO

Descripción : TRANSEPTOR RF

Función : Registrador de datos con módulo inalámbrico para transmisión de datos

Marca : DELTA OHM

Modelo : HD33LMT.4

Norma Técnica Aplicada : PNAF-R.M. N° 187-2005-MTC/03, pub. el 03/04/2005-Apéndice 2 y 3 del Reglamento de Radiocomunicación

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FUNCIONAMIENTO

Banda de frecuencias de operación : Tx: 824 - 849 MHz; 1710 - 1780 MHz; 1850 - 1910 MHz;
2500 - 2570 MHz; 2575 - 2615 MHz
Rx: 869 - 894 MHz; 2110 - 2180 MHz; 1930 - 1990 MHz;
2620 - 2690 MHz; 2575 -2615 MHz

Potencia de transmisión : 1,8493 W máx (850 MHz); 0,4887 W máx (1700 MHz);
1,3335 W máx (1900 MHz); 0,4864 W máx (2600 MHz)

Estándar(es) : GSM, GPRS, WCDMA, LTE

Nota : El equipo incorpora el módulo RF de Marca: QUECTEL,
modelo:EG25-G MINIPCIE, con FCC ID: XMR201903EG25G.

Notas de Interés : El equipo NO cuenta con TAC asignado por la GSMA (NO TIENE IMEI
VÁLIDO), por lo que es susceptible de bloqueo futuro de acuerdo con
el D.S. 007-2019-IN que aprueba el Reglamento del D.L. N° 1338
(RENTESEG).




WILSON ROYER DAVILA RENGIFO
Director de Fiscalizaciones de Cumplimiento
de Normativa en Comunicaciones



REGLAMENTO ESPECÍFICO DE HOMOLOGACIÓN DE EQUIPOS Y APARATOS DE TELECOMUNICACIONES
(Decreto Supremo N° 001-2006-MTC modificado por los Decretos Supremos N° 019-2019-MTC y N° 038-2019-MTC)

Artículo 3°.- Finalidad

La homologación de equipos y aparatos de telecomunicaciones tiene por finalidad:

- 3.1 Prevenir daños a las redes públicas a las que se conecten.
- 3.2 Garantizar la seguridad del usuario, operadores y terceros.
- 3.3 Garantizar el correcto uso del espectro radioeléctrico.
- 3.4 Evitar las interferencias electromagnéticas y asegurar la compatibilidad electromagnética con otros usos del espectro.
- 3.5 Garantizar la compatibilidad de funcionamiento y operación de un equipo y/o aparato de telecomunicaciones con una red o sistema de telecomunicaciones.

Artículo 4°.- Aplicación

El presente Reglamento es de obligatorio cumplimiento en el territorio nacional y se aplica a toda persona natural o jurídica que importe, fabrique, construya, comercialice u opere equipos y/o aparatos de telecomunicaciones, que se conecten a una red pública de telecomunicaciones para prestar cualquier tipo de servicio de telecomunicaciones y/o se utilice para realizar emisiones radioeléctricas.

Artículo 14°.- Del certificado

- 14.1 El certificado de homologación es el documento único, mediante el cual el Ministerio certifica, por cada marca y modelo, que los equipos y/o aparatos de telecomunicaciones examinados cumplen con las disposiciones de la Ley, su Reglamento General, el presente Reglamento y demás normas técnicas vigentes. Su plazo de vigencia es indefinido.
- 14.2 En el caso de equipos terminales móviles, corresponde la emisión de un certificado de homologación por marca, modelo y TAC del equipo.
- 14.3 El certificado de homologación no constituye título habilitante para la prestación de servicios de telecomunicaciones, ni autoriza al uso de frecuencias del espectro radioeléctrico.
- 14.4 Los equipos transmisores o transceptores de construcción nacional obtienen un certificado de homologación único, cuyas mediciones son válidas solamente para el equipo homologado. Para un equipo o aparato similar debe realizarse un nuevo trámite de homologación.
- 14.5 El otorgamiento de un certificado de homologación de los equipos y/o aparatos de telecomunicaciones no implica responsabilidad del Ministerio referente a defectos técnicos, de fabricación, modificación o adulteración de los mismos.
- 14.6 Se solicita una nueva homologación:
 - a) Cuando existan cambios realizados en las características técnicas de un equipo y/o aparato previamente homologado, consignadas en el Certificado de Homologación, o,
 - b) Cuando exista un TAC diferente para un equipo terminal móvil, cuya marca y modelo haya sido previamente homologado.

Artículo 16°.- Acciones de Supervisión y Control

La expedición del certificado de homologación no exime a la Dirección de realizar las mediciones y comprobaciones técnicas destinadas a verificar el cumplimiento de las condiciones en que se otorgó la homologación, debiéndose levantar en cada caso, el acta de verificación correspondiente.

En caso de incumplirse las disposiciones establecidas en este Reglamento o verificarse alguna modificación de las especificaciones técnicas consignadas en el certificado de homologación, sin haberse obtenido un nuevo certificado de homologación, el órgano competente puede cancelar el certificado otorgado.

TEXTO ÚNICO ORDENADO DE LA LEY DE TELECOMUNICACIONES
(Decreto Supremo N° 013-93-TCC)

Artículo 88.- Constituyen infracciones graves:

1. La instalación y/o operación de terminales o equipos que no cuenten con el correspondiente certificado de homologación.
 2. La importación, fabricación, distribución y venta de equipos, terminales o aparatos que no disponen de certificados de homologación.
 3. La importación, fabricación y venta de equipos de radiocomunicación para estaciones radioeléctricas sin autorización previa del Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción.
 4. La alteración o manipulación de las características técnicas, marcas, etiquetas, signos de identificación de los equipos o aparatos.
- Se deja a salvo las operaciones propias de los radioaficionados en cuanto a las características de los equipos destinados específicamente a este servicio.

SANCIONES APLICABLES

De conformidad con lo establecido en la Segunda Disposición Final de la Ley 27336, las infracciones leves, graves y muy graves son sancionadas con la escala de multas establecida en el artículo 25 de dicha Ley.

De acuerdo a dicha escala, las infracciones graves son sancionadas con multas desde cincuenta y uno (51) hasta ciento cincuenta (150) Unidades Impositivas Tributarias (UIT).

Finalmente, el artículo 91 del Decreto Supremo N° 013-93-TCC, establece que "En el caso de alteración de las características de los equipos, la sanción podrá extenderse al decomiso de los mismos".

RAPPORTO DI TARATURA

Calibration report

emesso da - issued by



DELTA OHM srl 35030 Caselle di Selvazzano (PD)
Via Marconi 5 - ITALY Tel. 0039-0498977150
Fax 0039-049635596 - e-mail: info@deltaohm.com
Web Site: www.deltaohm.com

Rapporto N° - Report No. 20215113F

emesso in data - date of issue 15/11/2021

- Oggetto *Item* Albedometro
- Costruttore *Manufacturer* Delta Ohm S.r.l.
- Modello *Model* LP PYRA 06
- Matricola *Serial number* 21028218
- Canale N° *Input No.*
- Grandezza *Quantity* Irradiazione
Irradiance

Sensibilità: <i>Sensitivity:</i>	Up Sensor	Down Sensor	mV/(kW/m ²)
	13,11	13,19	
Impedenza: <i>Impedance:</i>	36,0	34,9	Ω

N.B. Incertezza misurando: **2,6% (K=2)**
N.B. Measurand uncertainty:

Condizioni ambientali - Environmental condition:
Temperatura - *Temperature* 23°C±2°C
Umidità relativa - *Relative humidity* 50.0%R.H.±10%R.H.

Descrizione della taratura - Calibration description

La taratura è eseguita per confronto con il piranometro campione utilizzando la luce prodotta da una lampada alogena. La luce è perpendicolare alla superficie della termopila. La taratura è eseguita in accordo alla norma ISO 9847 ("Calibration of field pyranometers by comparison to a reference pyranometer"), metodo IIc.
The calibration of instrument is carried out by comparison with the standard pyranometer with a halogen light source. The light is normal to the thermopile surface. The calibration is in accordance with ISO 9847 standard, ("Calibration of field pyranometers by comparison to a reference pyranometer"), type IIc.

Lo sperimentatore

Operator

Gino D'Aluigi

RAPPORTO DI TARATURA

Calibration report

emesso da - issued by



Member of GIM GROUP

DELTA OHM srl 35030 Caselle di Selvazzano (PD)
Via Marconi 5 - ITALY Tel. 0039-0498977150
Fax 0039-049635596 - e-mail: info@deltaohm.com
Web Site: www.deltaohm.com

Rapporto N° - Report No. 20215113F

emesso in data - date of issue 15/11/2021

- Destinatario
Address Univesidad Nacional del Altiplano - Puno - Av. El Sol No. 329, Barrio Bellavista - Puno
(Perù)
- Richiesta
Application EX-128-21
- In data
Date 28/10/2021

Si riferisce a

Referring to

- Oggetto
Item Albedometro
- Costruttore
Manufacturer Delta Ohm S.r.l.
- Modello
Model LP PYRA 06
- Matricola
Serial number 21028218
- Registro di laboratorio
Laboratory reference 2021111541
- Data delle misure
Date of measurements 15/11/2021
- Grandezza
Quantity Irradiazione
Irradiance

La catena di riferibilità ha inizio dai campioni di prima linea N°
Traceability is through first line standards No.

LP PYRA 10. 2002
s.n. 12014422, 0697504

Muniti di certificati validi di taratura rispettivamente N°
Validated by certificates of calibration No.

2020-C-052, LAT 046, 365309

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono espresse a un livello di confidenza di circa 95%.
The measurement uncertainties stated in this document are estimated at a confidence level of about 95%

Il Responsabile del Laboratorio
Head of Laboratory

ANEXO 04
FOTOGRAFÍA DE MONITOREO DE LOS PARÁMETROS
METEREOLÓGICOS



Figura 55. Datalogger HD33LMT.4 (sensores de temperatura y humedad relativa)

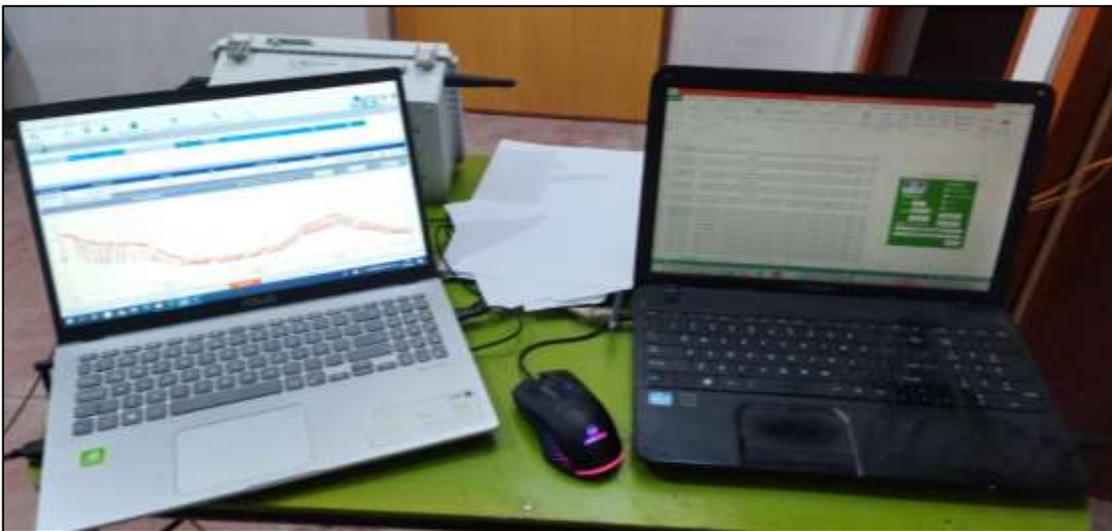


Figura 56. Laptop para registro de datos mediante software HD35AP-S

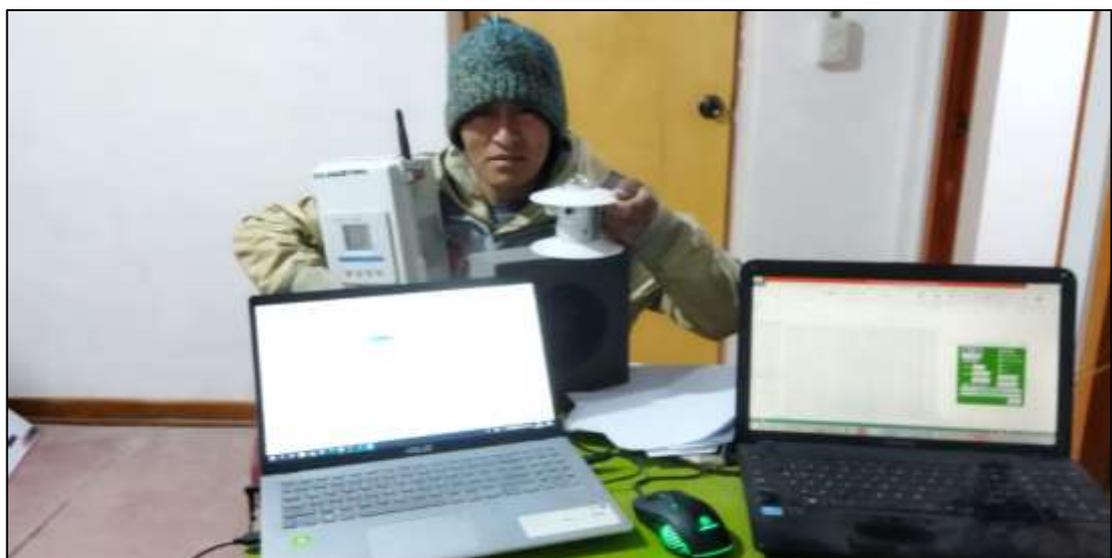


Figura 57. Datalogger HD33LMT.4 (Piranometro)

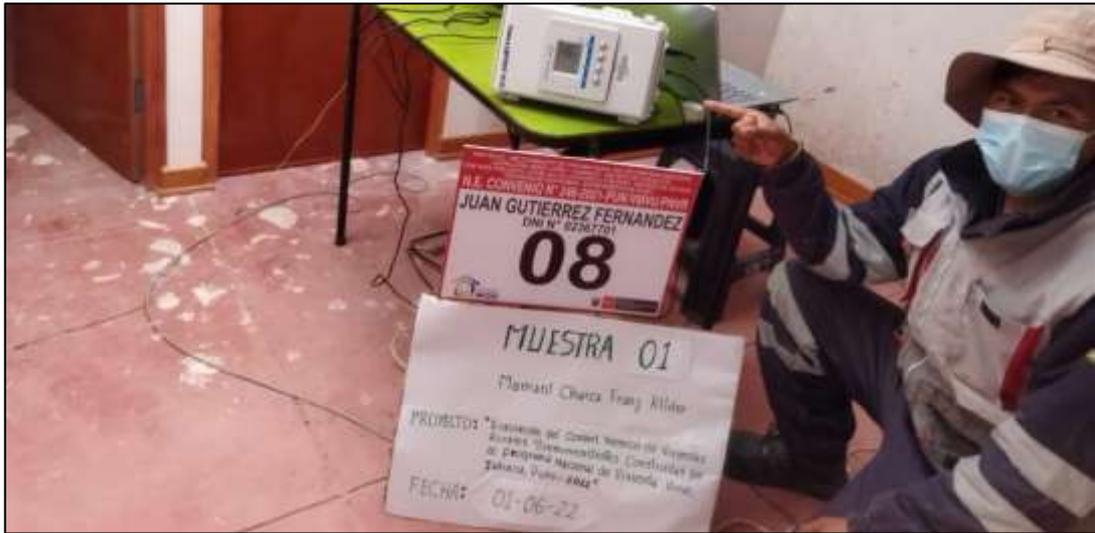


Figura 58. Monitoreo de la muestra 1



Figura 59. Sensor de temperatura y humedad relativa en el interior de la vivienda



Figura 60. Sensor de temperatura y humedad relativa en el área sobre cielorraso



Figura 61. Sensor de temperatura y humedad relativa en el área tapón



Figura 62. Monitoreo de la radiación solar con el piranómetro.



Figura 63. Medición de radiación solar



Figura 64. Monitoreo de la muestra 2



Figura 65. Sensor de temperatura y humedad relativa



Figura 66. Medición de radiación solar, temperatura y humedad relativa



Figura 67. Monitoreo en la muestra 3



Figura 68. Medición de temperatura y humedad relativa en el interior de la vivienda y espacio sobre cielorraso.



Figura 69. Medición de radiación solar de la muestra 3



Figura 70. Ubicación de sensores de temperatura y humedad relativa.

ANEXO 05
TABLAS Y FIGURAS

Tabla 77:*Rango de valores del confort térmico*

LOCALIDAD		MÍNIMO	ÓPTIMO	MÁXIMO
Reino Unido:	Invierno	14	17	20
	Verano	-	18	22
USA:	Invierno	15	20	23
	Verano	18	22	26
Sydney:	Verano	-	22	25
Singapur		24	-	27
Límites probablemente válidos para la mayor parte de las regiones tropicales		22	25	27

Fuente: (Koenigsberger et al., 1977)

Tabla 78:*Cantidad de calor producido por el hombre*

ACTIVIDAD	Kcal. /hora
Durmiendo	75
Sentado en descanso	98
Sentado con trabajo ligero	113
Trabajo moderado de oficina	119
Trabajo ligero caminando despacio	138
Caminando	138
Trabajo ligero de banco	200
Bailando	225
Caminando rápido o trabajo moderadamente pesado	250
Jugando bowling	375
Trabajo pesado	375

Fuente:(Linares Zaferson, 1982)

Tabla 79:*Potencia de artefactos en viviendas*

Artefacto eléctrico que utiliza Normalmente	Potencia	
	(Watts)	(Kilowatts)
Aire acondicionado (10 000 BTU - 220 V)	1800	1,80
Batidora	200	0,20
Blowers (secadora profesional)	1200	1,20
Bomba de piscina	800	0,80
Cafetera	600	0,60
Calentador de agua (terma eléctrica)	1500	1,50
Campana extractora de aire	300	0,30
Cocina eléctrica de 4 hornillas	4500	4,50
Computadora (CPU y monitor)	200	0,20
Congeladora comercial	500	0,50
Congeladora residencial	250	0,25
Ducha eléctrica	3500	3,50
DVD (Video Digital)	200	0,20

Electrobomba de 1 HP	746	0,75
Equipo de sonido (estéreo)	120	0,12
Escaner (Digitalizador)	150	0,15
Extractor de jugo (exprimidor)	50	0,05
Fax 150 0,15	150	0,15
Fluorescente de 32 Watt	32	0,03
Fluorescente de 40 Watt	40	0,04
Foco ahorrador 20 Watt	20	0,02
Foco incandescente de 100 Watt	100	0,10
Fotocopiadora comercial	900	0,90
Hervidor de agua (Jarra eléctrica)	1500	1,50
Horno eléctrico	1200	1,20
Horno Microondas	1200	1,20
Impresora	150	0,15
Lavadora	500	0,50
Lavaplatos	1200	1,20
Licuada	300	0,30
Lustradora	300	0,30
Máquina de coser ropa (1/2 HP)	350	0,35
Modem ADSL (Internet)	30	0,03
Monitor Computadora	75	0,08
Olla arrocera	1000	1,00
Plancha eléctrica	1000	1,00
Radio Reloj	10	0,01
Reflector (floodlight)	250	0,25
Refrigeradora	350	0,35
Secadora de cabello	1200	1,20
Secadora de ropa	2500	2,50
Taladro manual comercial (600 Watt)	600	0,60
Timbre de pared con transformador	10	0,01
Tostadora	1000	1,00
TV de 21 pulgadas blanco y negro	100	0,10
TV de 21 pulgadas color	200	0,20
VCR (Lectora Video)	100	0,10
Ventilador de techo	500	0,50
VHS	100	0,10
Waflera	1000	1,00

Fuente: (Ministerio de Energía y Minas, 2008)

Tabla 80:

Número de cambios por hora

CARACTERÍSTICAS DE LOS AMBIENTES	CAMBIOS POR HORA
Con puerta al exterior	2.0
Con aberturas en tres caras	2.0
Con aberturas en dos caras	1.5
Con aberturas en una cara	1.0

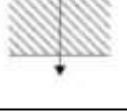
Fuente: (Linares Zaferson & Segami Salazar, 1976)

Tabla 81:
Conductancias y resistencias superficiales

SUPERFICIE	CONDUCTANCIA		RESISTENCIA	
	(f)	(1/f)	(f)	(1/f)
	watt/m ² °C		m ² °C/watt	
Superficies internas (fi)				
Paredes		8.12		0.123
Suelo, techo, flujo calorífico ascendente		9.48		0.105
Suelo, techo, flujo calorífico descendente		6.7		0.149
Cara interior del tejado		9.48		0.105
Superficies externas (fo)				
Paredes, cara sur:	Protegida	7.78		0.128
	Normal	10		0.1
	Exposición severa	13.18		0.076
Paredes, cara oeste, sur-oeste, sur-este:	Protegida	10		0.1
	Normal	13.18		0.076
	Exposición severa	10		0.053
Paredes, cara nor-este:	Protegida	13.18		0.076
	Normal	18.9		0.053
	Exposición severa	31.5		0.032
Paredes, cara norte, nor-este, este:	Protegida	13.18		0.076
	Normal	18.9		0.053
	Exposición severa	81.2		0.012
Tejados				
Protegida		14.2		0.07
Normal		22.7		0.044
Exposición severa		56.7		0.018

Fuente: (Koenigsberger et al., 1977)

Tabla 82:
Conductancias y resistencias superficiales

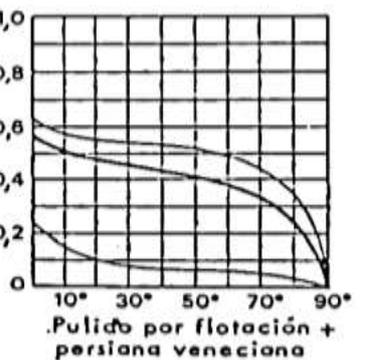
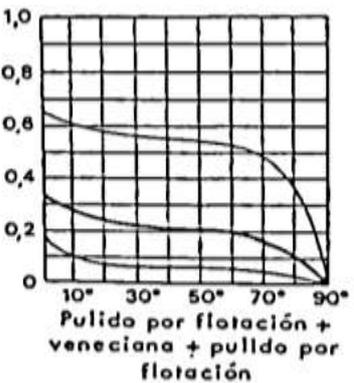
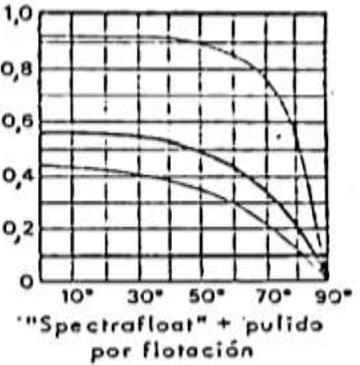
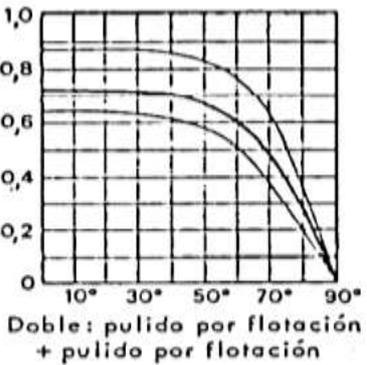
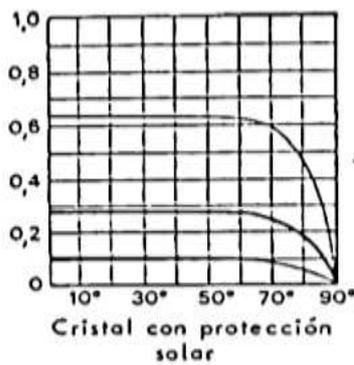
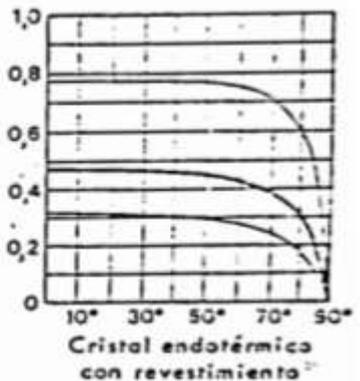
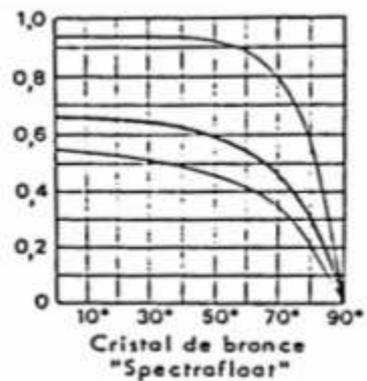
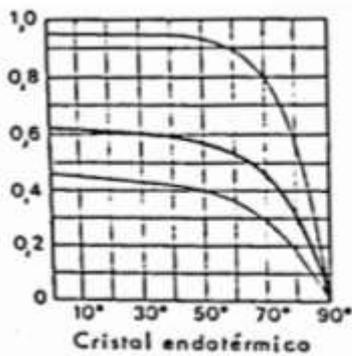
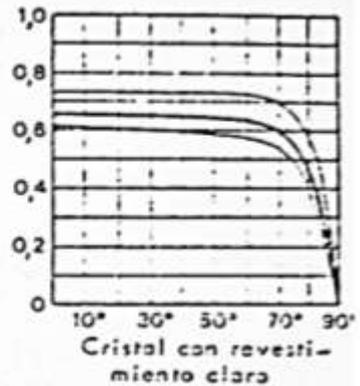
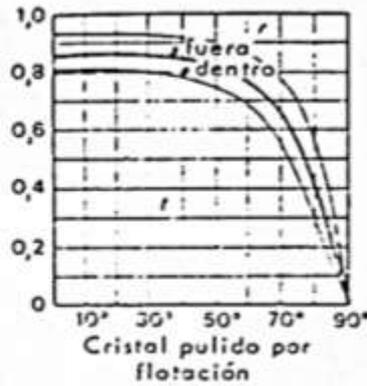
Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		R _{se}	R _{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo Horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente (Techo)		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente (Suelo)		0,04	0,17

Fuente: (Villa, 2014)

Tabla 83:

Factores de ganancia solar (θ)

(A = Por encima de la curva superior: reflectancia (r) Por debajo de la curva inferior: transmitancia (t) Entre las dos curvas: absorbancia (a) Hasta la curva gruesa: factor de ganancia solar (incluyendo transmitancia más parte de energía absorbida emitida hacia el interior)



Fuente: (Koenigsberger et al., 1977)

Tabla 84:
Conductancia y resistencia de cámara de aire

CÁMARA	CONDUCTANCIA (1/ Rc) watt/m² °C	RESISTENCIA (Rc) m² °C/watt
Vertical:		
3 mm de ancho	14.5	0.069
6 mm de ancho	8.74	0.114
13 mm de ancho	7.04	0.142
20 mm de ancho	6.63	0.151
25 mm de ancho	6.52	0.153
38 mm de ancho	6.52	0.153
Horizontal de 76 mm		
Flujo calorífico ascendente	7.48	0.133
Flujo calorífico descendente	5.32	0.188
Valores normalmente utilizados en el Reino Unido para:		
Cámara de 50 mm	5.67	0.176
Cámara de 50 mm, con hoja de aluminio	2.84	0.352

Fuente: (Koenigsberger et al., 1977)

Tabla 85:
Transmitancia térmica de la cámara de aire (Rca) según su espesor (en m²K/watt)

Situación de la cámara y dirección del flujo de calor	Espesor de la cámara				
	10 mm	20 mm	50 mm	100 mm	≥150 mm
Cámara de aire horizontal y flujo ascendente (Zonas bioclimáticas: 4, 5 y 6)	0.14	0.15	0.16	0.16	0.16
Cámara de aire horizontal y flujo descendente (Zonas bioclimáticas: 1,2,3,7,8,9)	0.15	0.18	0.21	0.21	0.21

Fuente: (MVCS (ministerio de vivienda, construcción y saneamiento), 2018)

Tabla 86:

factores y parámetros que determinan el confort térmico.

Tabla de Conductividades, Transmitancias y Resistencias Térmicas Según IRAM 11601 y valores de fabricantes avalados por ensayos				
Material		Densidad aparente (kg/m ³)	Conductividad térmica (W/m.K)	
ROCAS Y SUELOS NATURALES				
ROCAS Y TERRENOS		1200	0,31	
MARMOL		2500 a 2800	3,2 a 3,5	
GRANITO		2600 a 2900	2,9 a 4,1	
ARCILLA		1200	0,37	
SUELO NATURAL	* Depende de la composición, grado de compactación y humedad. Si no se dispone de datos, adoptar $\lambda=1,2$ W/m.K	1600 a 1900	0,28 a 2,8	
MATERIALES PARA RELLENO DE SUELOS DESECADOS AL AIRE, EN FORIADOS, ETC.				
ARENA	Arena Seca	1300 a 1500	0,30	
	De río Humedad 2 %	1300 a 1500	0,58	
	De río Humedad 10 %		0,93	
	De río Humedad 20 %		1,33	
	De río Saturada		1,88	
GRAVA		1500 a 1800	0,93	
MORTEROS, HORMIGONES Y YESOS				
Revestimientos continuos: - Morteros de revoques y juntas (exterior) - Morteros de revoques y juntas (interior)		1800 a 1200 1900	1,16 0,93	
Mortero de cemento y arena	1:3	Humedad 0 % Humedad 6 % Humedad 10%	1900 2000 2100	0,89 1,13 1,30
		1:4	Humedad 0 % Humedad 5 %	1950 2000
Mortero con perlita			800	0,40
Mortero de yeso y arena		Humedad 12 %	1000	0,49
Mortero de cal y yeso			1200	0,64
Yeso	Enlucido	600	0,31	
		800	0,37	
		1000	0,44	
	En placas	1200	0,51	
		800	0,37	
		1000	0,44	
		1200	0,51	

**Tabla de Conductividades, Transmitancias y Resistencias Térmicas
Según IRAM 11601 y valores de fabricantes avalados por ensayos**

Material	Densidad aparente (kg/m ³)	Conductividad térmica (W/m.K)	
HORMIGONES NORMALES Y LIVIANOS			
Hormigón normal con agregados pétreos	1800	0,97	
	1900	1,09	
	2000	1,16	
	2200	1,40	
	2400	1,63	
	2500	1,74	
Hormigón de ladrillo triturado (cascote)	1600	0,76	
	1800	0,93	
Hormigón normal con escoria de alto horno	2200 a 2400	1,40	
Hormigón con arcilla expandida	700	0,22	
	800	0,29	
	900	0,35	
	1000	0,42	
	1400	0,57	
Hormigón con vermiculita	500	0,14	
	600	0,16	
HORMIGONES LIVIANOS (TIPO PUZOLANICOS, PIEDRA POMEZ, ESCORIA EXPANDIDA)	1200 a 1400	0,44	
	1400 a 1600	0,52	
Hormigón celular HCCA	680	0,12	
	600	0,16	
	800	0,22	
Hormigón celular (incluye hormigones gaseosos y hormigones espumosos)	1000	0,30	
	1200	0,40	
	1400	0,50	
Hormigón de perlas de poliestireno expandido (EPS) aditivadas	250	0,067	
	300	0,087	
	350	0,103	
HORMIGON CON FIBRAS CELULOSICAS	300	0,09	
	400	0,14	
HORMIGONES VARIOS	CON REFRACTARIOS	900	0,18
	CON CARBÓN	600	0,13
	CON VIRTUAS DE MADERA	400	0,14
		500	0,16
PANELES O PLACAS			
PLACAS DE YESO	600	0,31	
	800	0,37	
	1000	0,44	
	1200	0,51	
PLACAS DE FIBROCEMENTO	600	0,15	
	700	0,26	
	800	0,30	
	1200	0,39	
	1300	0,45	
PLACAS DE FIBROCEMENTO	1400	0,51	
	1500	0,58	
	1700	0,7	
	1800	0,87	
	1800 A 2200	0,95	

**Tabla de Conductividades, Transmitancias y Resistencias Térmicas
Según IRAM 11601 y valores de fabricantes avalados por ensayos**

Material		Densidad aparente (kg/m ³)	Conductividad térmica (W/m.K)
MAMPOSTERIA DE LADRILLOS Y BLOQUES MACIZOS			
LADRILLOS CERAMICOS MACIZOS		1600	0,81
		1800	0,91
		2000	1,10
BLOQUES DE SUELO CEMENTO MACIZOS		1800	0,62
PLÁSTICOS RÍGIDOS EN PLANCHAS			
Resina acrílica Policarbonato		1140	0,20
		1150	0,23
Poliétileno, PE	De baja densidad	920	0,35
	De alta densidad	960	0,50
Polipropileno, PP		915	0,24
Poliestireno, PS		1050	0,17
Poli(cloruro de vinilo) rígido, PVC		1350	0,16
METALES			
Acero de construcción		7800	58
Fundición		7200	50
Aluminio		2700	204
Cobre		8900	384
Latón		8600	110
Bronce		8800	42
Acero inoxidable		8100 a 9000	14,5 a 20,9
MADERAS			
Fresno	Paralelo a las fibras	740	
	Perpendicular a las fibras		
Alerce	Perpendicular a las fibras	600	0,14
Arce	Paralelo a las fibras	700	0,42
	Perpendicular a las fibras		0,16
Roble		650	0,24
Pino spruce, abeto	Paralelo a las fibras	400 a 600	0,28
	Perpendicular a las fibras		0,13 a 0,19
Teca	Paralelo a las fibras	720	0,16
	Perpendicular a las fibras		0,14
Nogal		700	0,27
Madera dura		1200 a 1400	0,34
Madera terciada		600	0,11
Madera enchapada		600	0,15
Tableros de partículas aglomeradas en general		200	0,06
		300	0,07
		400	0,08
Tableros de partículas aglomeradas en general		500	0,09
		600	0,09
		700	0,11
		800	0,13
		900	0,15
		1000	0,17
Tableros de fibra de madera aglomerada		200	0,05
		300	0,05
		350	0,06
Tableros lignocelulósicos de partículas aglomeradas mediante resinas sintéticas (con o sin impregnación en aceite)		100	0,24
Laminado plástico decorativo	en una cara	1400	0,49
	en ambas caras	1400	0,44

**Tabla de Conductividades, Transmitancias y Resistencias Térmicas
Según IRAM 11601 y valores de fabricantes avalados por ensayos**

Material		Densidad aparente (kg/m ³)	Conductividad térmica (W/m.K)
PISOS			
Baldosas	cerámicas		0,70
	de hormigón	2100	1,15
	de plástico	1000	0,51
	de corcho	530	0,08
Caucho		800	0,11
		1300	0,13
		1500	0,19
Parquet		500	0,17
		700	0,23
CUBIERTAS			
CUBIERTAS	Asfalto (espesor mínimo 7 mm y membranas asfálticas)	2000	0,70
	Techado y fieltro asfáltico	1100 a 1200	0,17
	Bitumen	1050	0,16
	Cartón embreado	1100	0,14
	Chapas onduladas metálicas		58,00
	Tejas curvas		0,70
	Tejas planas		0,76
PIZARRA	Paralelo a los estratos	2700	2,8
	Perpendicular a los estratos	2700	1,7
MATERIALES AISLANTES TÉRMICOS			
Lana de vidrio		8 a 10	0,045
		11 a 14	0,043
		15 a 18	0,040
		19 a 30	0,037
		31 a 45	0,034
		46 a 100	0,033
Lana mineral		30 - 50	0,042
		51 - 70	0,040
		71 - 150	0,038
Perlita	Suelta (granulado volcánico expandido)	30 a 130	0,054
	Mortero de perlita con yeso	400	0,10
		500	0,12
		600	0,14
		700	0,18
	Mortero de perlita con cemento	300	0,088
		400	0,093
		500	0,12
		600	0,14
700		0,18	
Poliestireno expandido (EPS)	En planchas	15	0,037
		20	0,035
		25	0,033
		30	0,032
	En copos a granel		0,05
Poliestireno expandido gris (Neopor)	En planchas	15	0,034
		20	0,031
Revoque termoaislante premezclado de perlas de EPS aditivadas			0,076

**Tabla de Conductividades, Transmitancias y Resistencias Térmicas
Según IRAM 11601 y valores de fabricantes avalados por ensayos**

Material		Densidad aparente (kg/m ³)	Conductividad térmica (W/m.K)
MATERIALES AISLANTES TÉRMICOS			
Poli uretano (PUR) (espumas rígidas)	Entre capas o placas que hacen de barrera de vapor, según el agente expansor utilizado	30 - 60	0,022 - 0,024
	Placas aislantes sin protección	30 - 60	0,027
	Proyectadas in situ, protegidas entre barreras de vapor	30 - 60	0,022
	Proyectadas in situ, protegidas entre frenos de vapor	30 - 60	0,024
Vermiculita	Suelta	80 a 130	0,070
			400
	Con cemento	500	0,13
		600	0,17
		700	0,20
		800	0,24
	Con yeso (placas o revoques)	200	0,11
		400	0,13
		500	0,15
		600	0,19
		700	0,22
		800	0,26
		900	0,29
1000	0,34		
MATERIALES VARIOS			
Hielo	917	2,21	
Nieve	150	0,12	
	300	0,23	
	500	0,47	
	800	1,28	
Crin	173	0,052	
Yute	100	0,037	

Fuente: (Enrique Azqueta, 2014)

Tabla 87:
Propiedades térmicas de los materiales

N°	Material	Densidad ρ (kg / m ³)	Coefficiente de Transmisión Térmica o de Conductividad térmica k (W / m K)	Transmitancia térmica U (W/m ² K)	Calor Específico C_p (J / kg °C)	Factor de Resistencia a la difusión de vapor de agua μ (adimensional)
ROCAS Y SUELOS						
Rocas o suelos sedimentarios						
1	Gravas y arenas (arena fina, arena gruesa, etc.)	1700 - 2200	2.00	---	910 - 1180	50
2	Arcilla o limo	1200 - 1800	1.50	---	1670 - 2500	50
3	Arcilla refractaria	2000	0.46	---	879	---
4	Caliza muy dura	2200 - 2590	2.30	---	1000	200
5	Caliza media dura	1800 - 1990	1.40	---	1000	40
6	Caliza muy blanda	≤ 1590	0.85	---	1000	20
7	Piedra canto rodado de 10 cm	---	3.50	---	---	---
Rocas ígneas						
8	Basalto	2700 - 3000	3.50	---	1000	10000
9	Granito	2500 - 2700	2.80	---	1000	10000
10	Piedra pómez	≤ 400	0.12	---	1000	6
11	Roca natural porosa (por ej. lava)	≤ 1600	0.55	---	1000	15
Rocas metamórficas						
12	Pizarra	2000 - 2800	2.20	---	1000	800
13	Mármol	2600 - 2800	3.50	---	1000	10000
Tierra						
14	Tierra	≤ 2050	0.52	---	1840	---
15	Yeso	600 - 900	0.30	---	1000	4
16	Barro con paja de 2 cm.	---	0.09	---	---	---
CONCRETO						
17	Concreto armado	2400	1.63	---	1000	80
18	Concreto simple	2300	1.51	---	1000	80
19	Cemento pulido (pisos de 5 cm. de espesor)	---	0.53	---	---	---
MAMPOSTERÍA						
20	Bloque de arcilla - Ladrillo corriente	1700	0.84	---	800	10
21	Bloque de arcilla - Ladrillo tipo King Kong	1000	0.47	---	930	10
22	Bloque de arcilla - Ladrillo pandereta	900	0.44	---	---	10
23	Bloque de arcilla - Ladrillo hueco de techo	600	0.35	---	---	10
24	Bloque de arcilla - Ladrillo pastelero	1450	0.71	---	---	10
25	Bloque de concreto - Unidad hueca	1200	0.50	---	1000	6
26	Adobe	1100 - 1800	0.90	---	---	---
MORTEROS Y ENLUCIDOS						
27	Mortero cemento-arena	2000	1.40	---	1000	10
28	Mortero cemento y cal o yeso	1850	0.87	---	1000	10
29	Enlucido de yeso	≤ 1000	0.40	---	1000	6
METALES						
30	Acero	7800	50.00	---	450	∞
31	Acero inoxidable	7913	15.60	---	456	∞
32	Aluminio	2700	230.00	---	880	∞
33	Bronce	8700	65.00	---	380	∞
34	Cobre	8900	380.00	---	380	∞
35	Estaño	7310	66.60	---	227	∞
36	Latón	8400	120.00	---	380	∞
37	Plomo	11300	35.00	---	130	∞
38	Zinc	7200	110.00	---	380	∞
39	Calamina metálica de 2 mm.	---	237.00	---	---	---
MADERAS						
40	Maderas livianas: Álamo, Avellano, Aliso, Zapote, Bolaina blanca, Tornillo, Casho Moena, Diablo Fuerte, Huimba, Maquisapa, Ñagcha, Marupa, Panguana, Ucshaquiro Blanco	200 - 565	0.130 - 0.150	---	1600	50
41	Maderas de densidad media: Abedul, Canelo, Castaño, Laurel, Roble, Olmo, Caoba, Lagarto, Copaiba, Chimicua, Huayruro, Manchinga, Fresno, Nogal, Cerezo, Palosangre Amarillo, Palosangre Negro, Pumaquiro	565 - 750	0.180	---	1600	50
42	Maderas densas: Capirona, Estoraque	750 - 870	0.230	---	1600	50
43	Maderas muy densas: Algarrobo, Eucalipto, Shihuahuaco	≥ 870	0.290	---	1600	50

N°	Material	Densidad ρ (kg / m ³)	Coefficiente de Transmisión Térmica o de Conductividad térmica k (W / m K)	Transmitancia térmica U (W/m ² K)	Calor Específico C_p (J / kg °C)	Factor de Resistencia a la difusión de vapor de agua μ (adimensional)
44	Coníferas livianas: Cedro	≤ 435	0.130	---	1600	20
45	Coníferas de densidad media: Pino Insigne	435 - 520	0.150	---	1600	20
46	Coníferas densas: Pino Oregón, Ciprés, Alerce	520 - 610	0.180	---	1600	20
47	Coníferas muy densas	≥ 610	0.230	---	1600	20
48	Balsa	≤ 200	0.057	---	1600	20
49	Tablero de fibras, incluyendo MDF (alta densidad)	750 - 1000	0.200	---	1700	20
50	Tablero de fibras, incluyendo MDF y MDP (media densidad)	550 - 750	0.180	---	1700	20
51	Tablero de fibras, incluyendo MDF y Trupan (baja densidad)	350 - 550	0.140	---	1700	12
52	Tablero de partículas: Melamina	640 - 820	0.180	---	1700	20
53	Tablero de partículas	450 - 640	0.150	---	1700	20
54	Tablero de partículas	270 - 450	0.130	---	1700	20
55	Tablero de virutas, tipo OSB	≤ 650	0.130	---	1700	30
56	Triplay	560	0.140	---	1400	---
57	Puerta de madera		0.120			
58	Madera machihembrada o traslapada (Tornillo)		0.120			
MADERAS PERUANAS ⁽¹⁾						
59	Cachimbo	664	0.180	---	---	---
60	Ishpingo	625	0.148	---	---	---
61	Catahua amarilla	365	0.087	---	1464	---
62	Quinilla colorada	990	0.188	---	1548	---
PANELES COMUNES						
63	Panel fibrocemento	920 - 1135	0.220 - 0.230	---	1512	---
64	Panel de yeso	750 - 900	0.250	---	1000	4
65	Panel de fibra de vidrio	25	0.035	---	1000	---
66	Panel de corcho	120	0.039	---	1800	---
67	Panel de lana mineral ⁽²⁾	80 - 120	0.036	---	---	---
68	Panel metálico aislante 50 mm (muros) ⁽¹⁾	181	0.400	---	---	---
69	Panel metálico aislante 60 mm (muros)	158	0.330	---	---	---
70	Panel metálico aislante 80 mm (muros)	128	0.250	---	---	---
71	Panel metálico aislante 100 mm (muros)	111	0.200	---	---	---
72	Panel metálico aislante 120 mm (muros)	99	0.170	---	---	---
73	Panel metálico aislante 150 mm (muros)	87	0.130	---	---	---
74	Panel metálico aislante 20 mm (techos autoportantes)	265	1.000	---	---	---
75	Panel metálico aislante 25 mm (techos autoportantes)	330	0.800	---	---	---
76	Panel metálico aislante 35 mm (techos autoportantes)	247	0.570	---	---	---
77	Panel metálico aislante 45 mm (techos autoportantes)	200	0.440	---	---	---
REVESTIMIENTOS HOMOGENEOS PARA PISOS, TECHOS Y MUROS						
78	Alfombra de materiales sintéticos	160	0.060	---	2500	---
79	Baldosa cerámica	2000	1.000	---	800	30
80	Teja de arcilla	2000	1.000	---	800	30
81	Teja cerámica-porcelana	2300	1.300	---	840	---
MATERIALES VARIOS						
82	Agua	1000	0.580	---	4186	---
83	Hielo	922	2.030	---	1945	---
84	Nieve	150 - 500	0.120 - 0.470	---	---	---
85	Papel	930	0.180	---	1340	---
86	Acrílico	1050	0.200	---	1500	10000
87	Asfalto	2100	0.700	---	1000	50000
88	Caucho natural	910	0.130	---	1100	10000
89	Lindleo	1200	0.170	---	1400	800
90	Membrana asfáltica	1127	0.170	---	---	---
91	Neoprene	1240	0.230	---	2140	10000
92	Polcarbonato (PC)	1200	0.200	---	1200	5000
93	Polipropileno (PP)	910	0.220	---	1800	10000
94	Cloruro de polivinilo (PVC)	1390	0.170	---	900	50000
95	Poliétileno de alta densidad (HDPE)	980	0.500	---	1800	100000
96	Poliétileno de alta densidad (LDPE)	920	0.330	---	2200	100000
97	Resina epóxica	1200	0.200	---	1400	10000
98	Silicona	1200	0.350	---	1000	5000

Nº	Material	Densidad ρ (kg / m ³)	Coefficiente de Transmisión Térmica o de Conductividad térmica k (W / m K)	Transmitancia térmica U (W/m ² K)	Calor Especifico C_p (J / kg °C)	Factor de Resistencia a la difusión de vapor de agua μ (adimensional)
99	Techo verde (14 cm espesor)	---	0.174	---	---	---
100	Paja (cama de 2 cm.)	---	0.090	---	---	---
101	Tela yute	1500	0.060	---	---	---
MATERIALES AISLANTES						
102	Aire	1.2	0.026	---	1000	---
103	Corcho	100 - 150	0.049	---	1560	5
104	Fibra de vidrio	200	0.040	---	670	---
105	Fieltro	120	0.050	---	1300	15
106	Lana de vidrio (baja densidad)	11 - 14	0.043	---	---	---
107	Lana de vidrio (media densidad)	19 - 30	0.037	---	---	---
108	Lana de vidrio (alta densidad)	46 - 100	0.033	---	---	---
109	Lana de vidrio con foil ⁽¹⁾	---	0.035	---	---	---
110	Lana mineral (baja densidad)	30 - 50	0.042	---	---	---
111	Lana mineral (media densidad)	51 - 70	0.040	---	---	---
112	Lana mineral (alta densidad)	71 - 150	0.038	---	---	---
113	Lana mineral ⁽¹⁾	---	0.037	---	---	---
114	Poliestireno expandido (EPS)	30	0.033	---	1700	150
115	Poliestireno extruido (XPS)	55 - 60	0.035	---	---	100
116	Espuma elastomérica flexible	60 - 80	0.050	---	1500	10000
117	Espuma de polietileno con aluminio 5 mm ⁽¹⁾	---	0.045	---	---	---
118	Espuma de polietileno con aluminio 10 mm ⁽¹⁾	---	0.035	---	---	---
VIDRIOS						
Vidrio crudo						
119	Incoloro de 6 mm	---	---	5.700	---	---
120	Incoloro de 8 mm	---	---	5.600	---	---
121	Incoloro de 10 mm	---	---	5.600	---	---
Vidrio Laminado						
122	Incoloros ⁽¹⁾ 4 + 4	---	---	5.600	---	---
123	Incoloros 6 + 6	---	---	5.400	---	---
124	Incoloros 8 + 8	---	---	5.300	---	---
Vidrio Insulado						
125	Incoloros (4) 4-6-(4.....10)	---	---	3.300	---	---
126	Incoloros (4) 4-9-(4.....10)	---	---	3.000	---	---
127	Incoloros (4) 4-12-(4.....10)	---	---	2.800	---	---
Otros tipos de vidrio						
128	Cuarzo	2200	---	1.400	750	∞
129	Vidrio prensado	2000	---	1.200	750	∞
130	Venta de vidrio doble incoloro de 3mm.	---	---	3.759	---	---
POLICARBONATOS ⁽¹⁾						
131	Alveolar Estándar de 4 mm	---	---	3.900	---	---
132	Alveolar Estándar de 6 mm	---	---	3.600	---	---
133	Alveolar Estándar de 8 mm	---	---	3.300	---	---
134	Alveolar Estándar de 10 mm	---	---	3.000	---	---
135	Alveolar Estándar de 16 mm	---	---	2.300	---	---
136	Control Térmico, tipo Polygal Polyshade de 6 mm	---	---	3.600	---	---
137	Control Térmico, tipo Polygal Polyshade de 8 mm	---	---	3.300	---	---
138	Control Térmico, tipo Polygal Polyshade de 10 mm	---	---	3.000	---	---
139	Control Térmico, tipo Polygal Thermogal de 25 mm	---	---	1.700	---	---
140	Control Térmico, tipo Polygal Thermogal de 32 mm	---	---	1.400	---	---
141	Control Térmico, tipo Polygal Thermogal de 40 mm	---	---	1.100	---	---
142	Control Térmico - Luminico, tipo Polygal Selectogal de 10 mm	---	---	2.500	---	---
143	Control Térmico - Luminico, tipo Polygal Selectogal de 16 mm	---	---	2.200	---	---
144	Decorativos, tipo Polygal Rainbow de 8 mm	---	---	3.300	---	---

Fuente: (MVCS (ministerio de vivienda, construcción y saneamiento), 2018)

Tabla 88:
Propiedades térmicas de los materiales

MATERIALES	CONDUCTIVIDAD TERMICA	DENSIDAD	CALOR ESPECIFICO	COEFICIENTE DE ABSORCION	COEFICIENTE DE EMISION
	(W/m/°C)	(kg/dm ³)	(Wh/kg/°C)		
Acero dulce	45.3	7.83	0.14	0.3 - 0.8	0.12
Aire (20°C)	0.024	1.29 - 103	0.28		
Aluminio	2.21	2.74	0.25	0.04	0.09
Asfalto	0.74	2.11	0.26	0.9	0.9
Baquelita	16.78	1.3	0.41	0.9	0.9
Hormigón	1.2	2.31	0.18	0.6	0.9
Madera	0.11 - 0.25	0.37 - 1.12	0.5 - 0.75	0.6	0.9
Ladrillo (tierra cocida)	0.7	1.97	0.23	0.68 (rojo)	0.9
Calcáreo	0.93	1.65	0.25	claro 0.35	oscuro 0.5
Cartón	0.07				
Ceniza de madera	0.071	0.64	0.23		
Paja	0.09	0.27	0.28		
Carbón de madera	0.052	0.24	0.23	0.9	0.8
Cemento (Portland)	0.029	1.92	0.19	0.6	0.9
Algodón (fibras)	0.042	1.52	0.37		
Agua (20°C)	0.6	1	1.16		
Hierro colado	48	7.21	0.14	0.3 - 0.8	
Hielo (0°C)	2.25	0.92	0.56		0.95
Lanas (fibras)	0.04	1.31	0.38		
Lana de vidrio	0.038	0.05	0.18		
Corcho	0.048	0.09	0.56		
Papel	0.13	0.93	0.37		0.9
Parafina	0.24	0.9	0.8		
Roca dura	2.5	2.6	0.25	0.4 - 0.6	0.9
Arena	0.33	1.52	0.22	0.8 (sec) - 0.91	
Aserrín	0.06	0.19		0.4	
Adobe	0.64 - 1	1.5 - 1.9	0.23	0.75	
Vidrio	1.02	2.47	0.2		0.84

Fuente: (Rozis & Guinebault, 1997)

Tabla 89:
Conductividad y resistividad de algunos materiales

MATERIALES		CONDUCTIVIDAD TERMICA	RESISTIVIDAD
		(W/m/°C)	m grado C/W
		k	1/k
Asbesto	suelto	0.034	29.4
	pulverizado	0.046	21.75
Lámina de cemento de asbesto	ligero	0.216	4.63
	medio	0.36	2.78
	denso	0.576	1.74
Asfalto		0.576	1.74
Mampostería	ligera	0.806	1.24
	media	1.21	0.83
	densa	1.47	0.68
	ladrillos ligeros	0.374	2.68
	ladrillos prensados	1.15	0.87
Hormigón	ordinario, denso	1.44	0.69
	agregados de clinker	0.403	2.48
	agregados de arcilla expandida	0.345	2.9
	agregados de escoria exponjosa	0.245	4.08
Plancha de corcho	natural	0.043	23.2
	regranulado, seco	0.039	25.6
Capa bituminosa		0.043	23.2
Lana de vidrio	acolchada	0.034	29.4
	regranulado, seco	0.042	23.8
Lana mineral	fieltro	0.037	27
	placa rígida	0.049	20.4
Onozote (ebonita expandida)		0.029	34.5
Enlucida de cartón - yeso		0.159	6.33
Revoco	yeso	0.461	2.17
	vermiculita	0.201	4.98
Madera contrachapada		0.138	7.25
Placa de espuma de poliestireno		0.033	30.3
Enfoscado, arena - cemento		0.532	1.88
Piedra	granito	2.92	0.34
	caliza	1.53	0.65
	arenisca	1.295	0.77
Cartón de paja		0.093	10.75
Madera	blanda	0.138	7.25
	dura	0.16	6.25
Cartón de pasta de madera		0.108	9.26

MATERIALES		CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	RESISTIVIDAD
		(W/m/°C)	m grado C/W
		k	1/k
Cartón comprimido de fibra de madera		0.065	15.38
Placa de filtro de madera	ligera	0.082	12.2
	densa	0.115	8.7
Metales	plomo	34	0.0294
	hierro colado	50	0.02
	acero	58	0.0172
	bronce	64	0.0156
	zinc	110	0.0091
	aluminio	220	0.0045
	cobre	350	0.0029
	plata	407	0.0024
Aire		0.026	38.45
Agua		0.58	1.72

Fuente: (Koenigsberger et al., 1977)

Tabla 90:
factores y parámetros que determinan el confort térmico.

FACTORES	AMBIENTALES	EXTERIORES	temperatura del aire
			temperatura radiante
			humedad relativa
			velocidad del aire
PERSONALES		FISIOLÓGICOS Y CONTRIBUTIVOS	Sexo
			Edad
			Peso
			tasa de metabolismo basal
			muscular (nivel de actividad)
			estado de salud
			intercambio de calor por ingestión de bebidas y alimentos
			historial térmico
			Inmediato
			Mediato
			tiempo de permanencia
			variabilidad temporal y espacial de los estímulos físicos ambientales
		SOCIOCULTURALES Y PSICOLÓGICOS	tipo de vestimenta
			expectativas de confort
			contacto visual con el exterior
PARAMETROS	AMBIENTALES	INTERIORES	temperatura del aire
			temperatura radiante
			humedad relativa
			velocidad del aire
	ARQUITECTONICOS	ADAPTIBILIDAD DEL ESPACIO	movilidad del ocupante dentro del espacio
			modificación de elementos y dispositivos de control ambiental

Fuente: (Chávez de Valle, 2002)

Tabla 91:
ubicación de provincias por zona bioclimática

ZONAS BIOCLIMATICAS									
DEPARTAMENTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Desértico Costero	Desértico	Interandino Bajo	Meso andino	Alto Andino	Nevado	Ceja de Montaña	Sub tropical Húmedo	Tropical Húmedo
PUNO				Sandia	Azángaro	Carabaya		San Antonio de Putina	
				Yunguyo	Carabaya	Chucuito		Sandia	
					Chucuito	El Collao			
					El Collao	Huancané			
					Huancané	Puno			
					Lampa	Yunguyo			
					Melgar				
					Moho				
					Puno				
				San Román					

Fuente:(MVCS (ministerio de vivienda, construcción y saneamiento), 2018)

Tabla 92:
Características climáticas de cada zona bioclimática

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS		ZONAS BIOCLIMÁTICAS								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Desértico o Costero	Desértico	Interandino Bajo	Meso andino	Alto Andino	Nevado	Ceja de Montaña	Subtropical Húmedo	Tropical Húmedo
1	Temperatura media anual	18 a 19° C	24° C	20° C	12° C	6° C	< 0° C	25 a 28° C	22° C	22 a 30° C
2	Humedad relativa media	> 70%	50 a 70 %	30 a 50 %	30 a 50 %	30 a 50 %	30 a 50 %	70 a 100 %	70 a 100 %	70 a 100 %
3	Velocidad de viento (m/s)	Norte: 5-11 Centro: 4-5 Sur: 6-7	Norte: 5-11 Centro: 4-5 Sur: 6-7	Norte: 4 Centro: 6 Sur: 5-7	Norte: 10 Centro: 7,5 Sur: 4 Sur-Este: 7	Centro: 6 Sur: 7 Sur Este: 9	Centro: 7 Sur: 7	Norte: 4-6 Centro: 4-5	Norte: 5-7 Este: 5-7 Centro: 5	Este: 5-6 Centro: 5
4	Dirección predominante del viento	S-SO-SE	S-SO-SE	S	S - SO – SE	S - SO	S – SO	S - SO - SE	S - SO - SE	S - SO
5	Radiación solar	5 a 5,5 kWh/m ²	5 a 7 kWh/m ²	2 a 7,5 kWh/m ²	2 a 7,5 kWh/m ²	S kWh/m ²	s kWh/m ²	3 a 5 kWh/m ²	3 a 5 kWh/m ²	3 a 5 kWh/m ²
6	Horas de sol	Norte: 5 Centro: 4,5 Sur: 6	Norte: 6 Centro: 5 Sur: 7	Norte: 5-6 Centro: 7-8 Sur: 6	Norte: 6 Centro: 8-10 Sur: 7-8	Centro: 8-10 Sur: 8 - 10	Centro: 8-10 Sur: 8 – 11	Norte: 6-7 Centro: 8-11 Sur: 6	Norte: 4-5 Sur-Este: 4-5	Norte: 4 - 5 Este: 4 - 5
7	Precipitación anual	< 150 mm	< 150 a 500 mm	< 150 a 1500 mm	150 a 2500 mm	< 150 a 2500 mm	250 a 750 mm	150 a 6000 mm	150 a 3000 mm	150 a 4000 mm
8	Altitud	0 a 2000 msnm	400 a 2000 msnm	2000 a 3000 msnm	3000 a 4000 msnm	3000 a 4000 msnm	> 4800 msnm	1000 a 3000 msnm	400 a 2000 msnm	80 a 1000 msnm
Equivalente en la clasificación Koppen		BSs-BW, BW	Bw	BSw	Dwb	ETH	EFH	Cw	Aw	Af

Fuente: (MVCS (ministerio de vivienda, construcción y saneamiento), 2018)

Tabla 93:
Datos meteorológicos del año 2021

Estación: ILLPA		
Departamento: PUNO	Provincia: PUNO	Distrito: PAUCARCOLLA
Latitud: 15°41'0"	Longitud: 70°5'0"	Altitud: 3827 msnm.
EMA -		
Tipo: Meteorológica	Código: 472E4156	

		01_ENE	02_FEB	03_MAR	04_ABR	05_MAY	06_JUN	07_JUL	08_AGO	09_SET	10_OCT	11_NOV	12_DIC
HUMEDAD RELATIVA	MAX	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	MIN	19	30	36	13	8	11	6	5	12	6	6	22
	PROM	72.2	71.5	76.8	69.4	62.1	42.4	44.5	41.2	58.2	48.6	51.2	73.9
TEMPERATURA	MAX	18.0	18.0	16.3	17.7	17.8	17.7	18.3	19.7	19.8	22.0	20.1	19.8
	MIN	0.5	-0.8	1.7	-5.9	-6.9	-10.4	-11.7	-7.5	-6.6	-2.6	-0.7	1.2
	PROM	10.1	10.3	9.6	7.3	6.1	5.2	5.0	6.3	8.5	9.7	10.1	9.2
VIENTO	D.V	W	E	E	W	W	W	W	W	W	W	W	W
	VEL. V	3.7	3.4	3.1	2.7	2.7	2.9	2.9	3.2	3.4	3.4	3.6	3.2

Fuente: (Senamhi (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología), 2022)

Tabla 94:*Datos meteorológicos de temperatura del 31 de mayo al 6 de junio 2022*

Estación : ILLPA

Departamento: PUNO

Provincia: PUNO

Distrito: PAUCARCOLLA

Latitud: 15°41'0"

Longitud: 70°5'0"

Altitud: 3827 msnm.

EMA -

Tipo: Meteorológica

Código: 472E4156

DIAS	TEMPERATURA °C																							
	HORAS																							
	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00
día 1	-2.3	3.3	9	11.9	13.1	14.1	14.3	14.4	15	14.9	13.5	11.1	9.5	7.8	6.2	4.7	3.5	0.8	1.1	0.5	0.9	-1.6	-4.5	-5.1
día 2	-2.7	2.9	7.3	10.6	12.8	14.5	16.8	17	15.9	15.1	14	12.2	8.5	7.7	6.6	5.1	3.9	3.1	2.2	1.1	1.5	2.2	0.6	0
día 3	-0.8	4.3	7.3	9.9	12.3	13.7	14.8	16.1	14.9	14.2	12.8	7.5	6.4	5.6	4.9	5.8	5.2	3	0.9	-0.3	-1.1	-1.8	-3.4	-2.6
día 4	-0.7	3.5	7.2	10.7	12.6	13.8	14.7	14.1	14.2	14.4	12.5	8.1	4.7	4.8	4.4	4.1	1.7	2.1	4.1	5.6	4.6	4.5	3.9	4
día 5	4.7	7.3	9.8	11.3	13.2	14.4	15.7	14.6	15.4	14.2	13	7.9	4.9	4.7	4.7	7	5.6	4.7	5.3	5.7	5.9	5.4	4.4	2.9
día 6	3.8	6.1	8.3	10.5	12.8	13.4	14.4	14.5	13.3	13.7	10.9	8.7	8.4	7.7	7.9	6.5	4.7	2.4	2.9	2.6	0.9	0.5	1.4	-0.4

	MED	MAX	MIN
día 1	6.5	15.0	-5.1
día 2	7.5	17.0	-2.7
día 3	6.2	16.1	-3.4
día 4	7.2	14.7	-0.7
día 5	8.4	15.7	2.9
día 6	7.3	14.5	-0.4{ +

*DIA 1: corresponde del día 31 de mayo a 1 de junio del 2022**DIA 3: corresponde del día 2 de junio a 3 de junio del 2022**DIA 5: corresponde del día 4 de junio a 5 de junio del 2022**DIA 2: corresponde del día 1 de junio a 2 de junio del 2022**DIA 4: corresponde del día 3 de junio a 4 de junio del 2022**DIA 6: corresponde del día 5 de junio a 6 de junio del 2022*

Fuente: (Senamhi (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología), 2022)

Tabla 95:*Datos meteorológicos de humedad relativa del 31 de mayo al 6 de junio 2022*

Estación : ILLPA

Departamento: PUNO

Provincia: PUNO

Distrito: PAUCARCOLLA

Latitud: 15°41'0"

Longitud: 70°5'0"

Altitud: 3827 msnm.

EMA -

Tipo: Meteorológica

Código: 472E4156

DIAS	HUMEDAD RELATIVA %																							
	HORAS																							
	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00
día 1	62	49	32	29	30	28	30	29	27	27	30	36	30	27	29	32	35	43	41	44	42	51	63	65
día 2	63	51	40	38	32	29	21	18	20	22	26	24	28	27	29	33	37	40	41	43	41	38	43	47
día 3	50	38	31	24	27	29	29	28	33	36	42	65	72	73	54	40	41	50	57	61	65	67	73	70
día 4	69	55	45	38	35	32	31	34	36	36	41	56	74	74	60	49	57	57	51	43	49	48	50	52
día 5	52	45	41	37	32	30	26	33	32	38	41	61	78	83	78	49	50	53	52	52	50	52	57	62
día 6	59	52	46	42	37	35	33	37	40	38	51	60	60	56	58	60	63	70	70	71	75	77	71	74

	MED	MAX	MIN
día 1	38.0	65.0	27.0
día 2	34.6	63.0	18.0
día 3	48.1	73.0	24.0
día 4	48.8	74.0	31.0
día 5	49.3	83.0	26.0
día 6	55.6	77.0	33.0

*DIA 1: corresponde del día 31 de mayo a 1 de junio del 2022**DIA 3: corresponde del día 2 de junio a 3 de junio del 2022**DIA 5: corresponde del día 4 de junio a 5 de junio del 2022**DIA 2: corresponde del día 1 de junio a 2 de junio del 2022**DIA 4: corresponde del día 3 de junio a 4 de junio del 2022**DIA 6: corresponde del día 5 de junio a 6 de junio del 2022*

Fuente: (Senamhi (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología), 2022)

Tabla 96:

Datos meteorológicos de dirección y velocidad del viento de 31 de mayo al 6 de junio 2022

Estación: ILLPA

Departamento: PUNO

Provincia: PUNO

Distrito: PAUCARCOLLA

Latitud: 15°41'0"

Longitud: 70°5'0"

Altitud: 3827 msnm.

EMA -

Tipo: Meteorológica

Código: 472E4156

DIRECCION Y VELOCIDAD DEL VIENTO																									
DIAS		HORAS																							
		07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00
día 1	(m/s)	0	1.6	2.8	2.8	2.1	4.3	2.7	0.9	5.4	5.5	5.6	4	6.4	5.9	4.5	5	3.7	2.9	2.8	3.4	2.8	2.6	1	2.2
	dir.(°)	358	268	291	5	5	10	309	285	322	265	272	280	251	266	274	274	329	245	285	294	295	297	3	305
día 2	(m/s)	1.9	0.5	1.9	2	3.6	6.7	9	9.7	9.2	7.2	6.3	6.2	3.7	5.6	4.9	6	5.8	4.1	0.4	0.8	2.1	4.4	4.1	0
	dir.(°)	319	332	359	359	340	332	336	333	336	340	332	258	238	264	247	247	242	257	32	307	223	255	250	345
día 3	(m/s)	2	0.8	2	1.5	2.1	3.3	2.2	1	4.6	4.8	3.6	0	3.1	2.8	4.8	6.6	5.1	4.9	2.7	3.6	2.6	2	4.2	4
	dir.(°)	297	299	285	330	78	44	291	201	113	122	116	348	183	258	240	246	255	255	263	268	259	259	273	287
día 4	(m/s)	3	1	2.6	0.5	1.7	2	3.7	1.2	3.1	3	3.2	2.1	2	1.1	3.6	3.7	3.1	4.5	5.2	4	1.8	0	0	2.2
	dir.(°)	293	278	280	156	330	211	337	65	104	61	70	148	148	229	274	258	267	264	236	255	286	286	260	248
día 5	(m/s)	1.4	0	0.8	1.9	2.4	1.6	2.3	2	4	5.3	3.3	2.2	3.9	2.8	4.8	5.4	4.1	2.9	4.5	4.7	4.4	4.6	1.4	1.2
	dir.(°)	237	148	60	47	246	360	352	94	122	127	106	99	156	232	249	254	254	241	252	261	265	253	234	279
día 6	(m/s)	1.5	2.3	0.8	2.4	1.3	1.8	4.7	4.8	0.4	2.6	8	4	6.9	4.8	5.6	0.7	2.5	1.4	1.8	0.5	0	0.9	4.6	2.6
	dir.(°)	267	268	228	306	267	14	69	69	192	103	233	243	259	241	256	283	241	236	358	258	152	230	244	283

		MED	MAX	MIN
día 1	m/s	3.4	6.4	0.0
día 2	m/s	4.4	9.7	0.0
día 3	m/s	3.1	6.6	0.0
día 4	m/s	2.4	5.2	0.0
día 5	m/s	3.0	5.4	0.0
día 6	m/s	2.8	8.0	0.0

DIA 1: corresponde del día 31 de mayo a 1 de junio del 2022

DIA 3: corresponde del día 2 de junio a 3 de junio del 2022

DIA 5: corresponde del día 4 de junio a 5 de junio del 2022

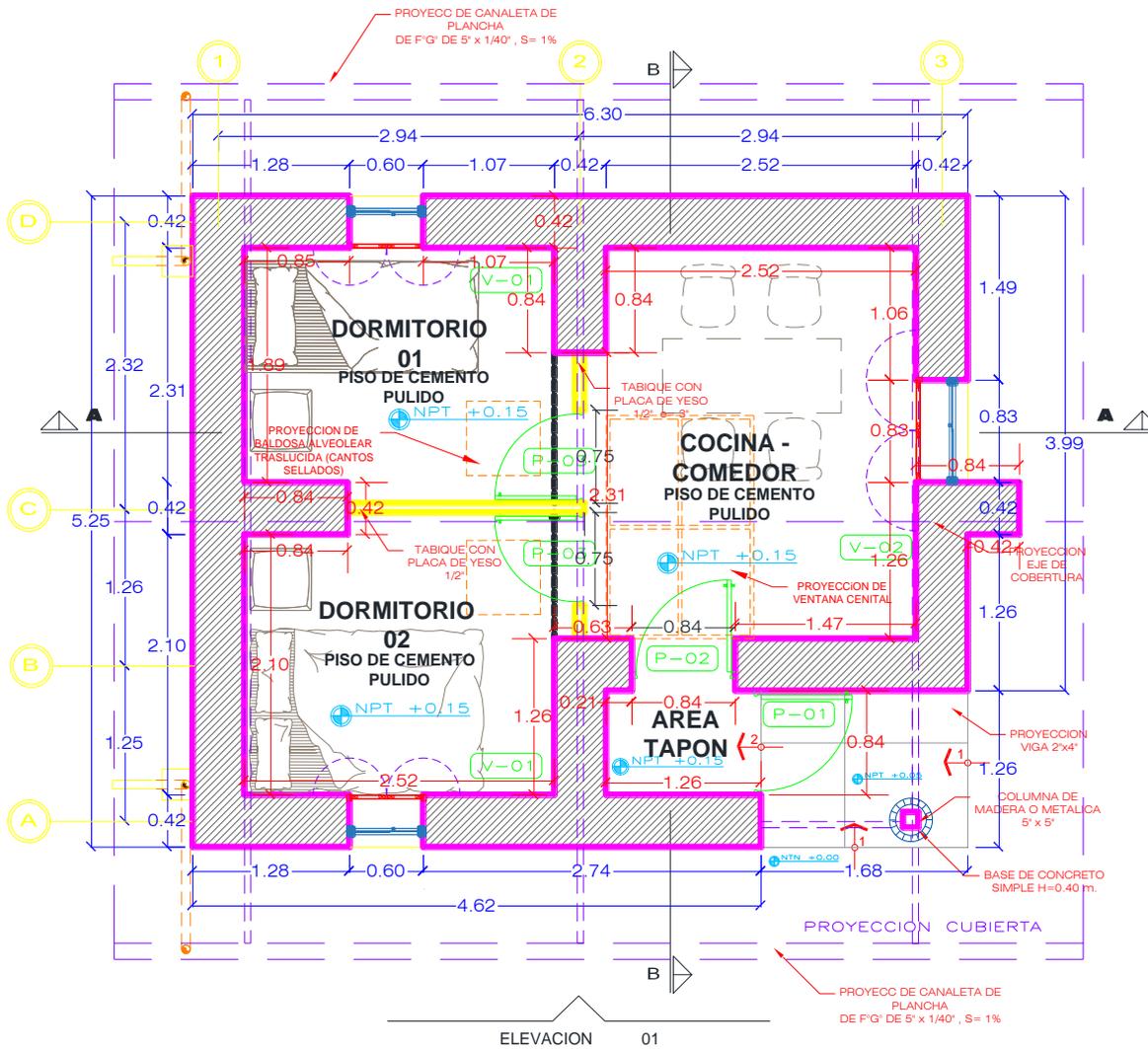
DIA 2: corresponde del día 1 de junio a 2 de junio del 2022

DIA 4: corresponde del día 3 de junio a 4 de junio del 2022

DIA 6: corresponde del día 5 de junio a 6 de junio del 2022

Fuente: (Senamhi (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología), 2022)

ANEXO 06:
PLANOS DE VIVIENDA DEL PNVR



CUADRO DE VANDOS PUERTAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	ALF.	OBSERVACIONES
P-01	0.84	2.07	--	Puerta exterior. Detalles según plano D-08
P-02	0.84	2.07	--	Puerta interior contraposeada. Detalles según plano D-08
P-03	0.76	2.07	--	Puerta interior contraposeada. Detalles según plano D-10

CUADRO DE VANDOS VENTANAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	ALF.	OBSERVACIONES
V-01	0.60	1.10	0.95	Ventana con carpintería de aluminio. Detalles según plano D-06
V-02	0.83	1.10	0.95	Ventana con carpintería de aluminio. Detalles según plano D-07

CUADRO DE VANDOS CONTRAVENTANAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	ALF.	OBSERVACIONES
V-01	0.65	1.16	0.91	Marco de madera para contraventana contraposeada con trisig 4mm. Vidrio simple transparente (6 mm). Detalles según plano D-06
V-02	0.88	1.16	0.91	Marco de madera para contraventana contraposeada con trisig 4mm. Vidrio simple transparente (6 mm). Detalles según plano D-07

ELEVACION 02

LEYENDA REPRESENTACIÓN ARQUITECTÓNICA	
	MURO DE ADOBE
	REPRESENTACION DE COTA DE NIVEL EN PLANTA
	NTN: NIVEL DE TIERRAS NATURAL
	NTP: NIVEL DE PISO TERMINADO
	REPRESENTACION DE COTA DE NIVEL EN CORTE Y ELEVACION
	EJES
	LINEA DE CORTE
	LINEA DE ELEVACION
	DIRECCION CAIDA DE AGUAS EN FALDON DE CUBIERTA
	RELLENO DE MATERIAL AISLANTE
	CAMBIO DE NIVEL DE PISO



PERÚ
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Programa Nacional de Vivienda Rural

PROYECTO:
MÓDULO BÁSICO DE ADOBE

NÚCLEO EJECUTOR DEL PROYECTO:
CONVENIO N° 246-2021 PUN/VIVI/PNVR

ESPECIALIDAD:
ARQUITECTURA

DESCRIPCIÓN:
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN

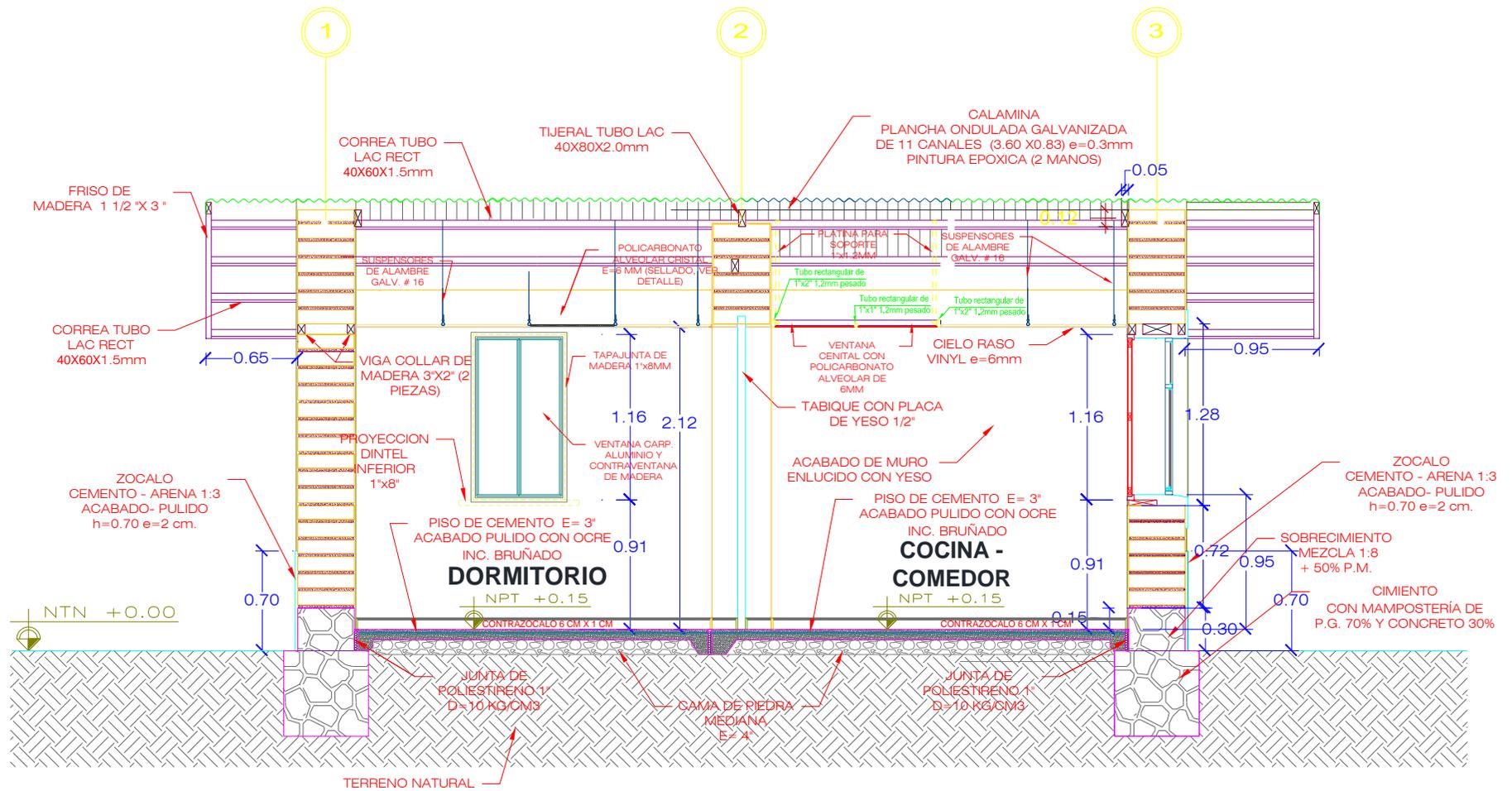
Área Responsable:
PROGRAMA NACIONAL DE VIVIENDA RURAL

Proyectista:
-

Escala:
1/50

Fecha:
2021

Lámina N°
A-01



PERÚ
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Programa Nacional de Vivienda Rural

PROYECTO:
MÓDULO BÁSICO DE ADOBE

NUCLEO EJECUTOR DEL PROYECTO:
CONVENIO N° 246-2021 PUN/VMVU/PNVR

ESPECIALIDAD:
ARQUITECTURA

DESCRIPCIÓN:
CORTES

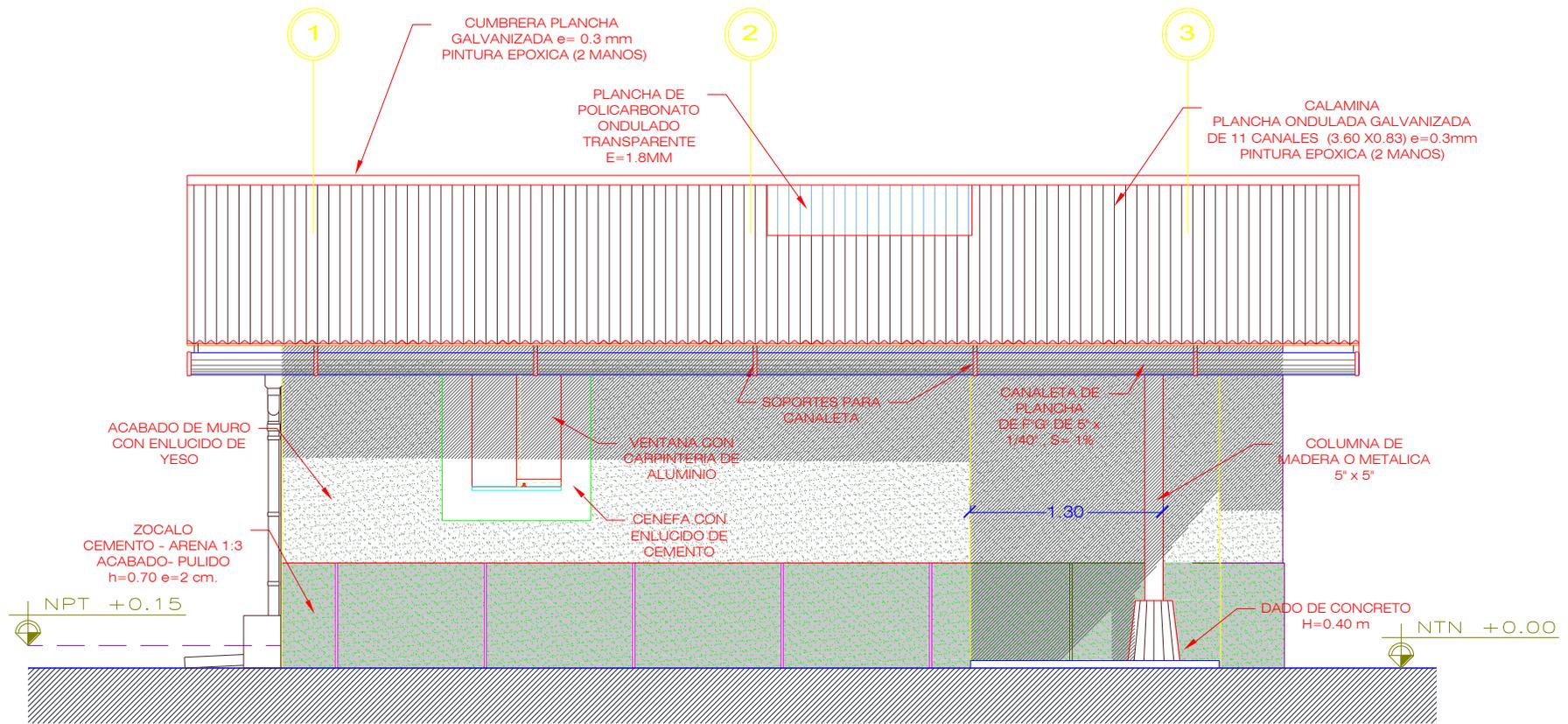
Área Responsable:
PROGRAMA NACIONAL DE VIVIENDA RURAL

Proyectista:

Escala:
1/50

Fecha:
2021

Lámina N°
A-02



PERÚ

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Programa Nacional de Vivienda Rural

PROYECTO:
MÓDULO BÁSICO DE ADOBE

ESPECIALIDAD:
ARQUITECTURA

Area Responsable:
PROGRAMA NACIONAL DE VIVIENDA RURAL

Escala:
1/50

Lámina N°

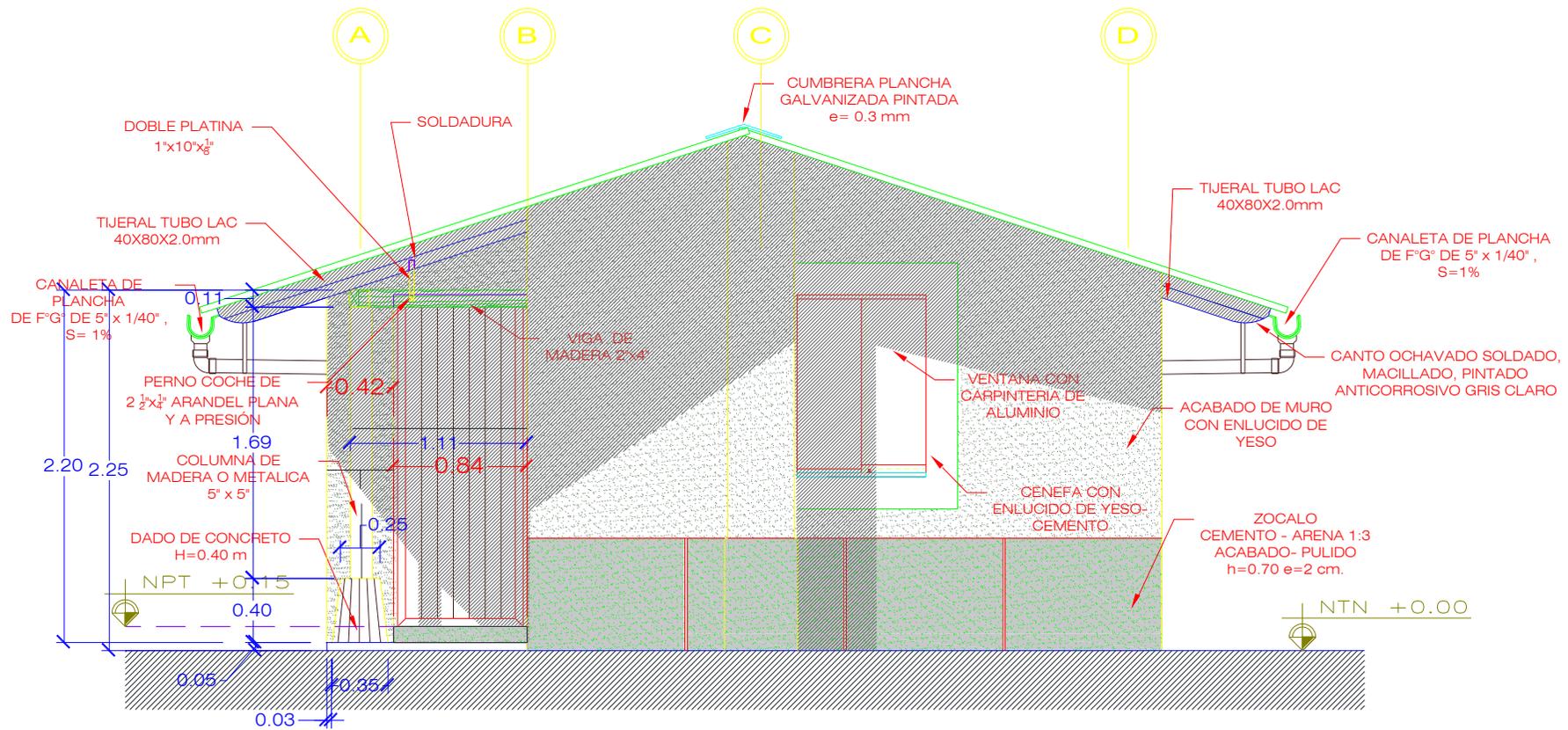
NUCLEO EJECUTOR DEL PROYECTO:
CONVENIO N° 246-2021 PUN/VMV/PNVR

DESCRIPCIÓN:
ELEVACIONES

Proyectista:

Fecha:
2021

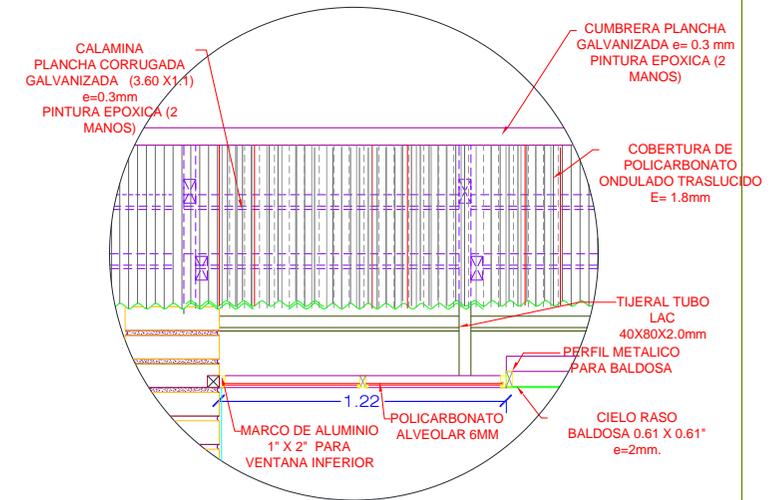
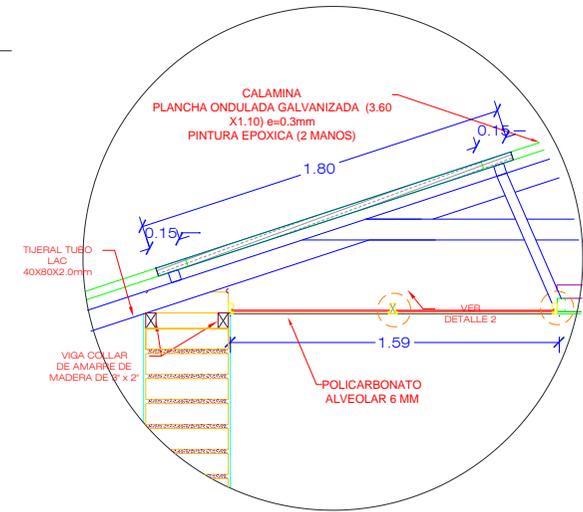
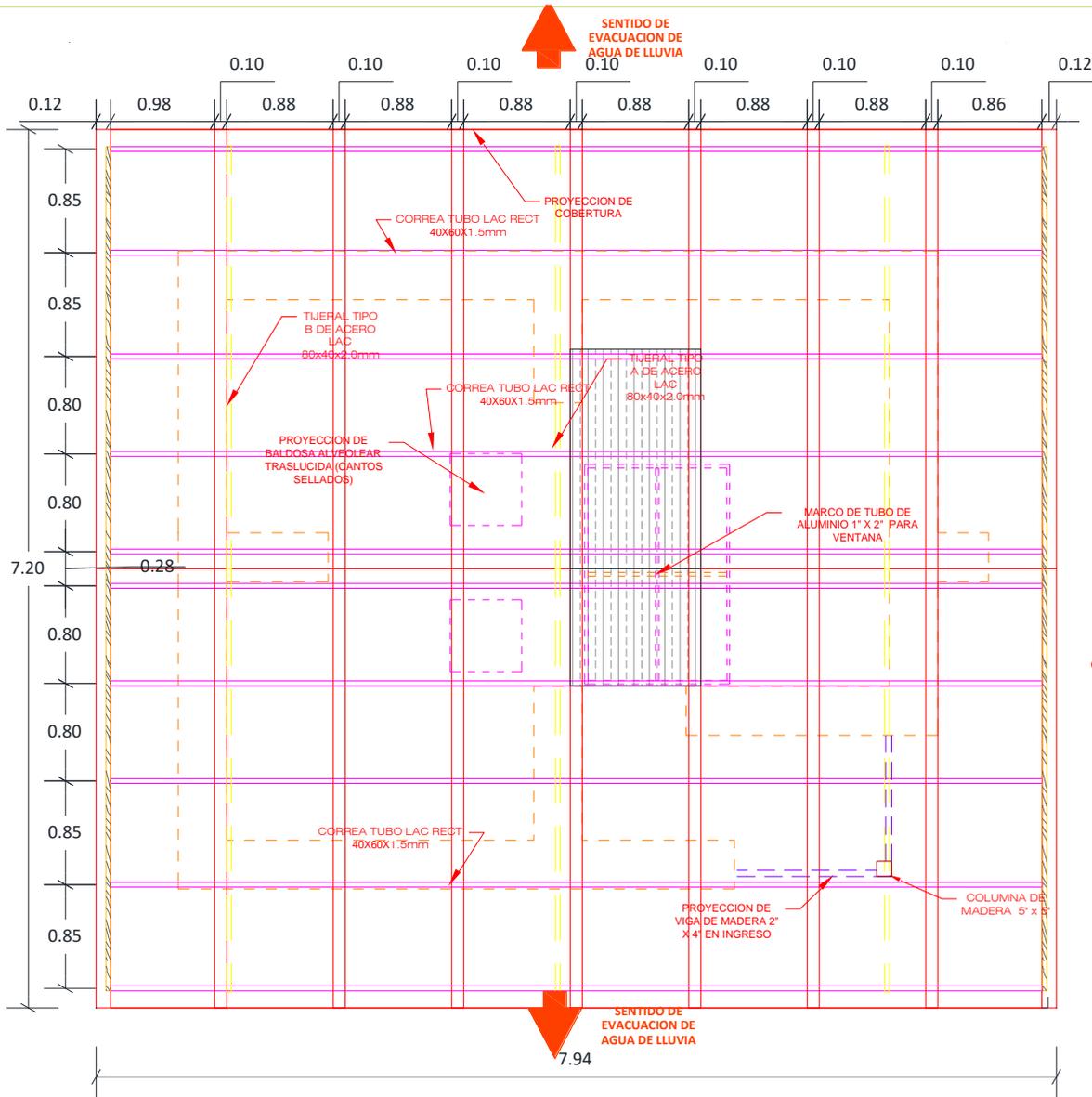
A-03



PERÚ
 Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Programa Nacional de Vivienda Rural

PROYECTO: MÓDULO BÁSICO DE ADOBE	ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA	Área Responsable: PROGRAMA NACIONAL DE VIVIENDA RURAL	Escala: 1/50	Lámina N° A-03
NÚCLEO EJECUTOR DEL PROYECTO: CONVENIO N° 246-2021 PUN/VMVU/PNVR	DESCRIPCIÓN: ELEVACIONES	Proyectista:	Fecha: 2021	



PERÚ

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Programa Nacional de Vivienda Rural

PROYECTO:
MÓDULO BÁSICO DE ADOBE

NÚCLEO EJECUTOR DEL PROYECTO:
CONVENIO N° 246-2021 PUN/VMV/PNVR

ESPECIALIDAD:
ESTRUCTURAS

DESCRIPCIÓN:
DETALLE DE COBERTURA

Área Responsable:
PROGRAMA NACIONAL DE VIVIENDA RURAL

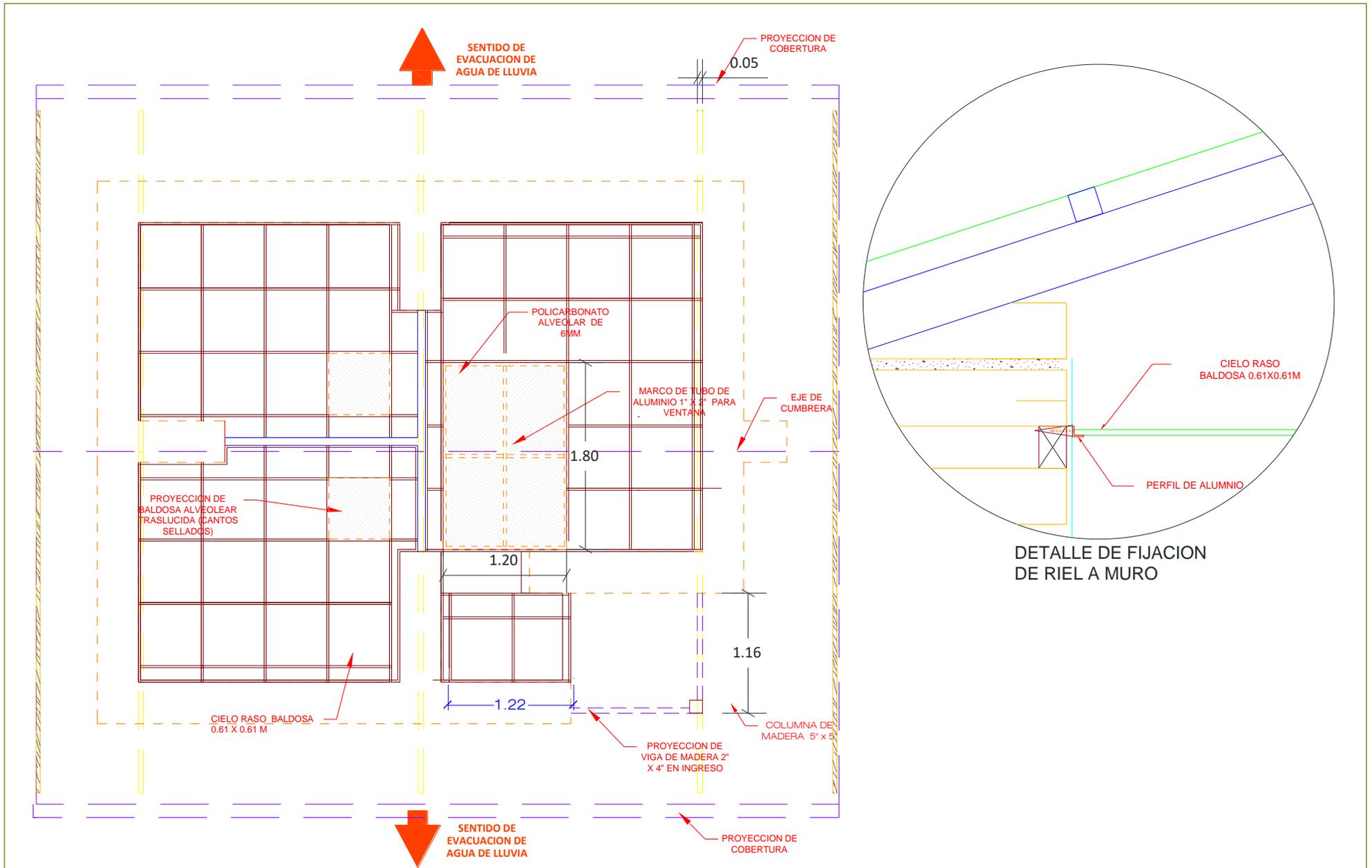
Proyectista:
-

Escala:
1/50

Fecha:
2021

Lámina N°

E-08



PERÚ
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Programa Nacional de Vivienda Rural

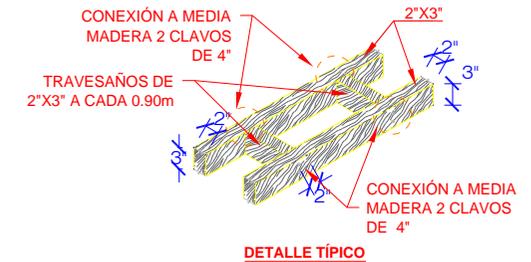
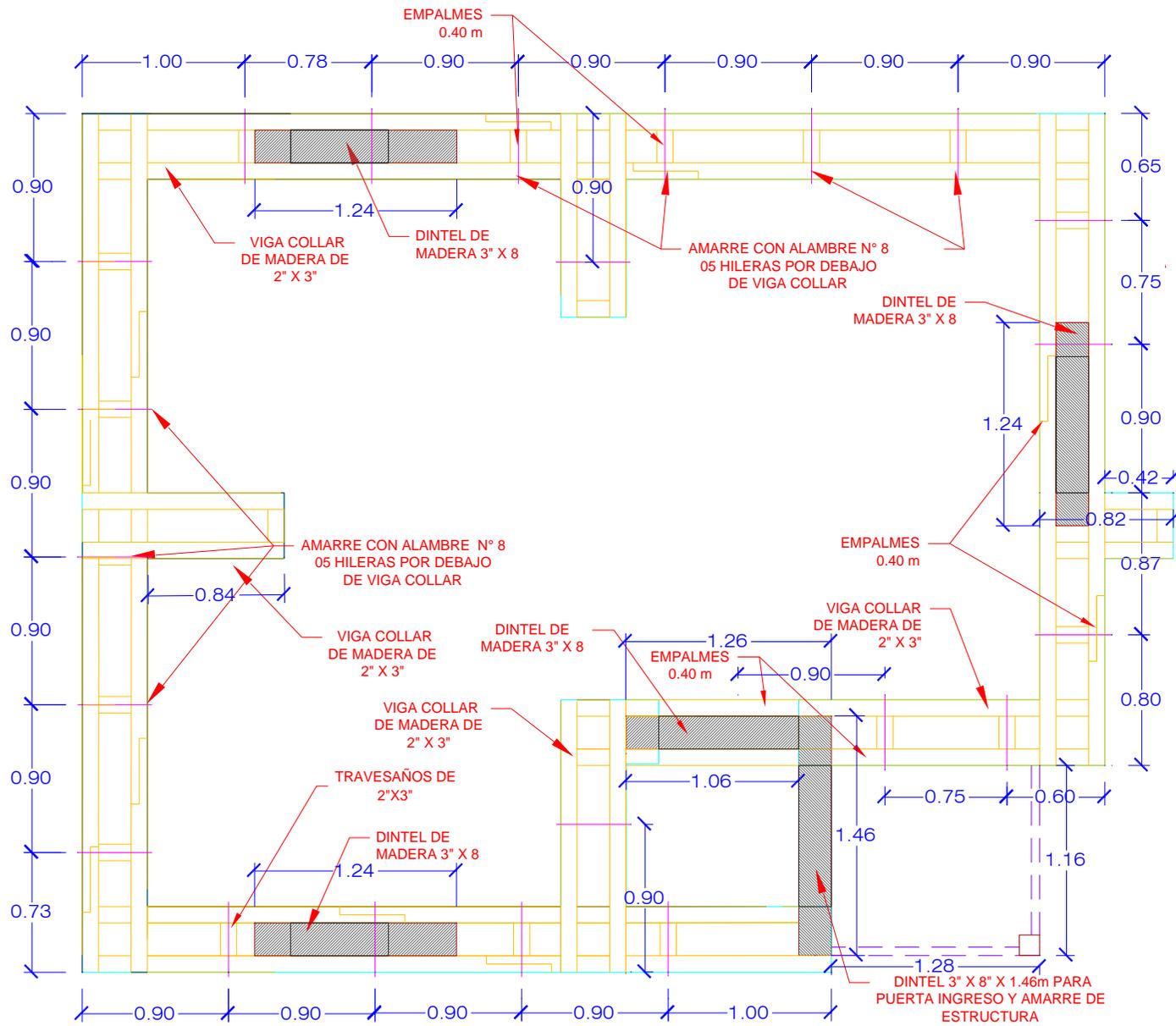
PROYECTO: MÓDULO BÁSICO DE ADOBE
NÚCLEO EJECUTOR DEL PROYECTO: CONVENIO N° 246-2021 PUN/VMVU/PNVR

ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS
DESCRIPCIÓN: CORREAS Y CIELORRASO

Área Responsable: PROGRAMA NACIONAL DE VIVIENDA RURAL
Proyectista: -

Escala: 1/50
Fecha: 2021

Lámina N°
E-05



 PERÚ Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento	Programa Nacional de Vivienda Rural	PROYECTO: MÓDULO BÁSICO DE ADOBE	ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS	Área Responsable: PROGRAMA NACIONAL DE VIVIENDA RURAL	Escala: 1/50	Lámina N°
		NÚCLEO EJECUTOR DEL PROYECTO: CONVENIO N° 246-2021 PUN/VMVU/PNVR	DESCRIPCIÓN: DETALLE DE VIGA COLLAR	Proyectista: -	Fecha: 2021	E-03

ANEXO 07
ASOLEAMIENTO DE LA VIVIENDA MEJORADA

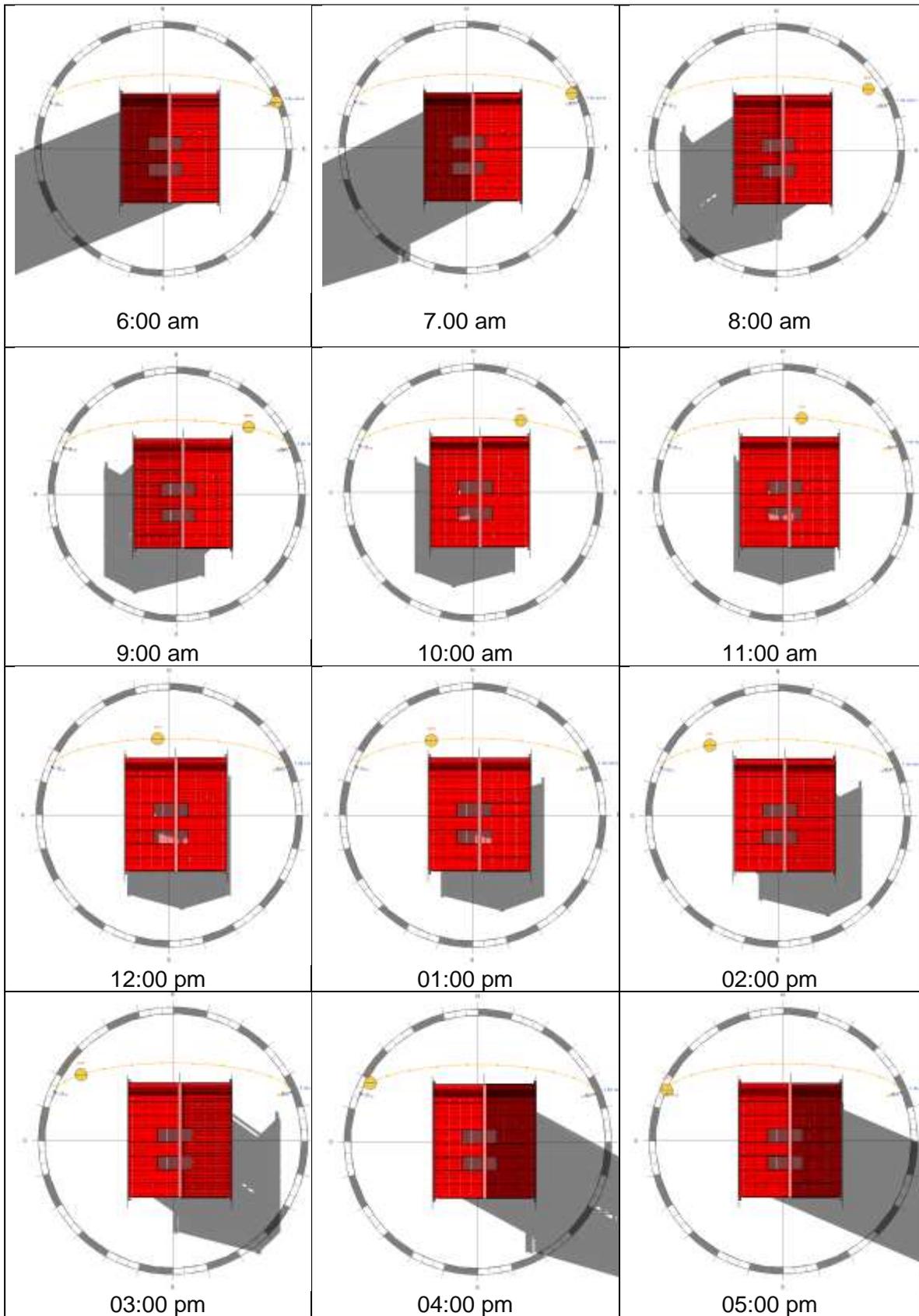


Figura 71. Asoleamiento en invierno 01 de junio

Fuente: elaboración propia

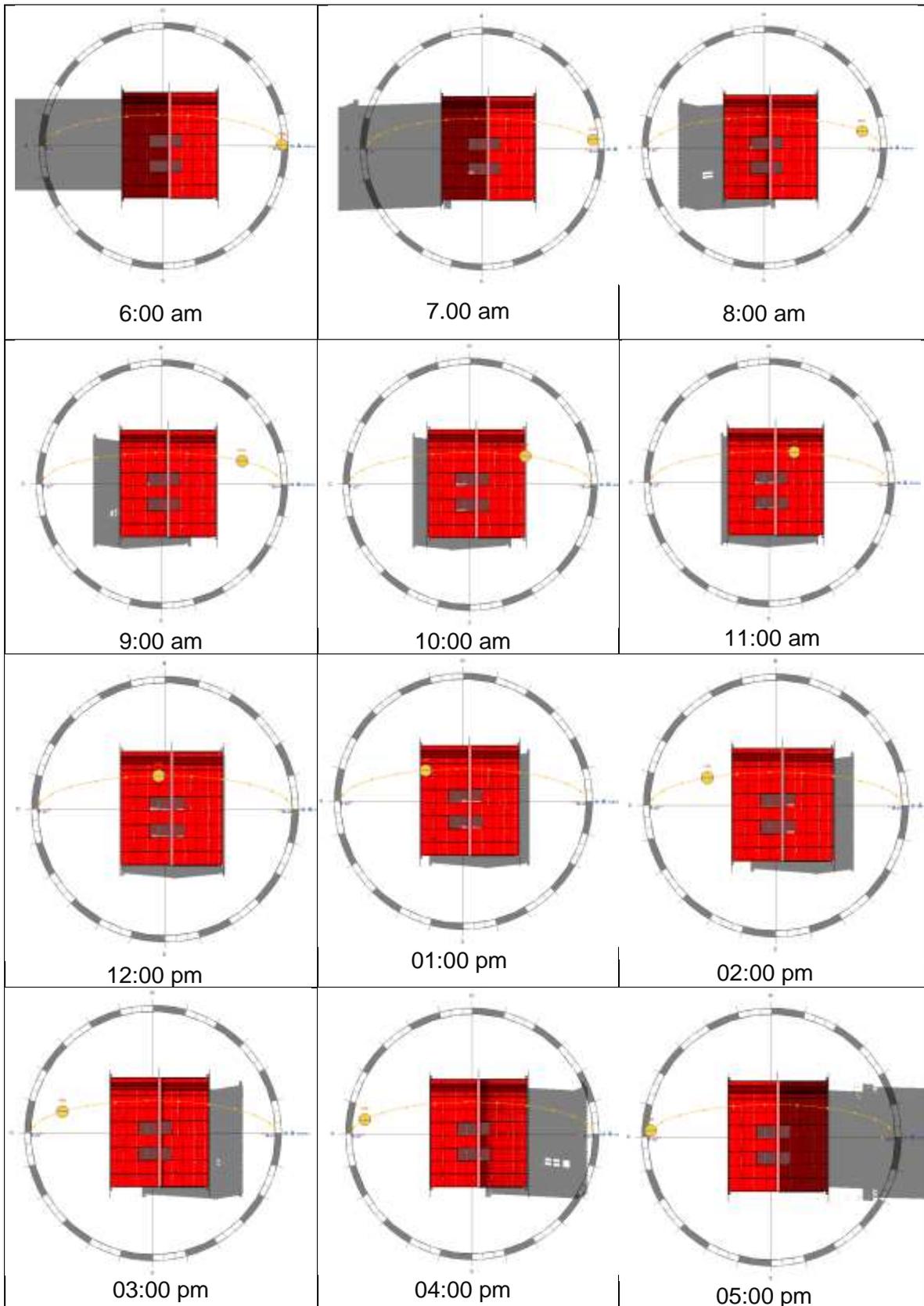


Figura 72. Asoleamiento El 20 de marzo y 20 de setiembre

Fuente: elaboración propia

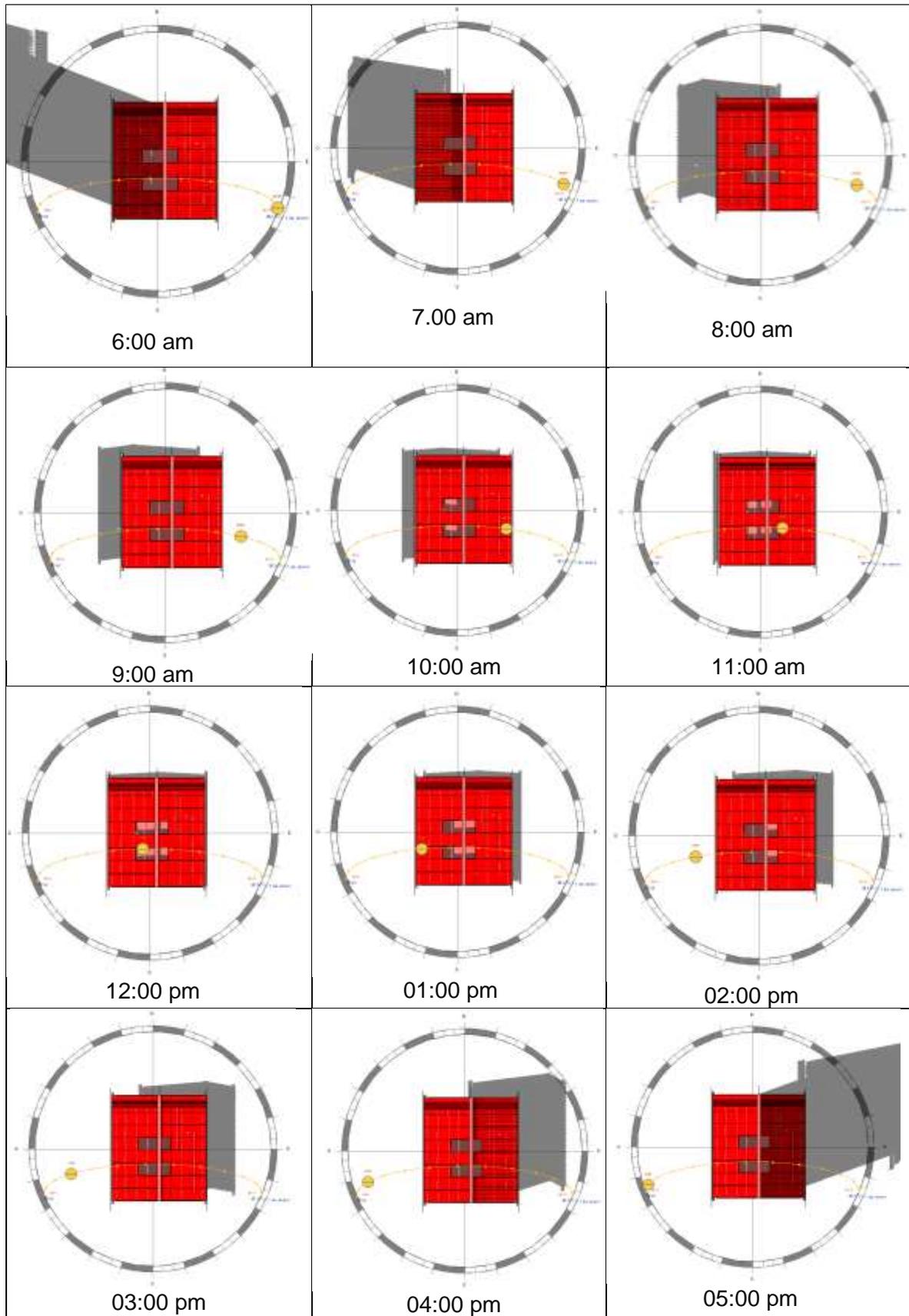


Figura 73. Asoleamiento del 31 de diciembre y 1 de enero

Fuente: elaboración propia

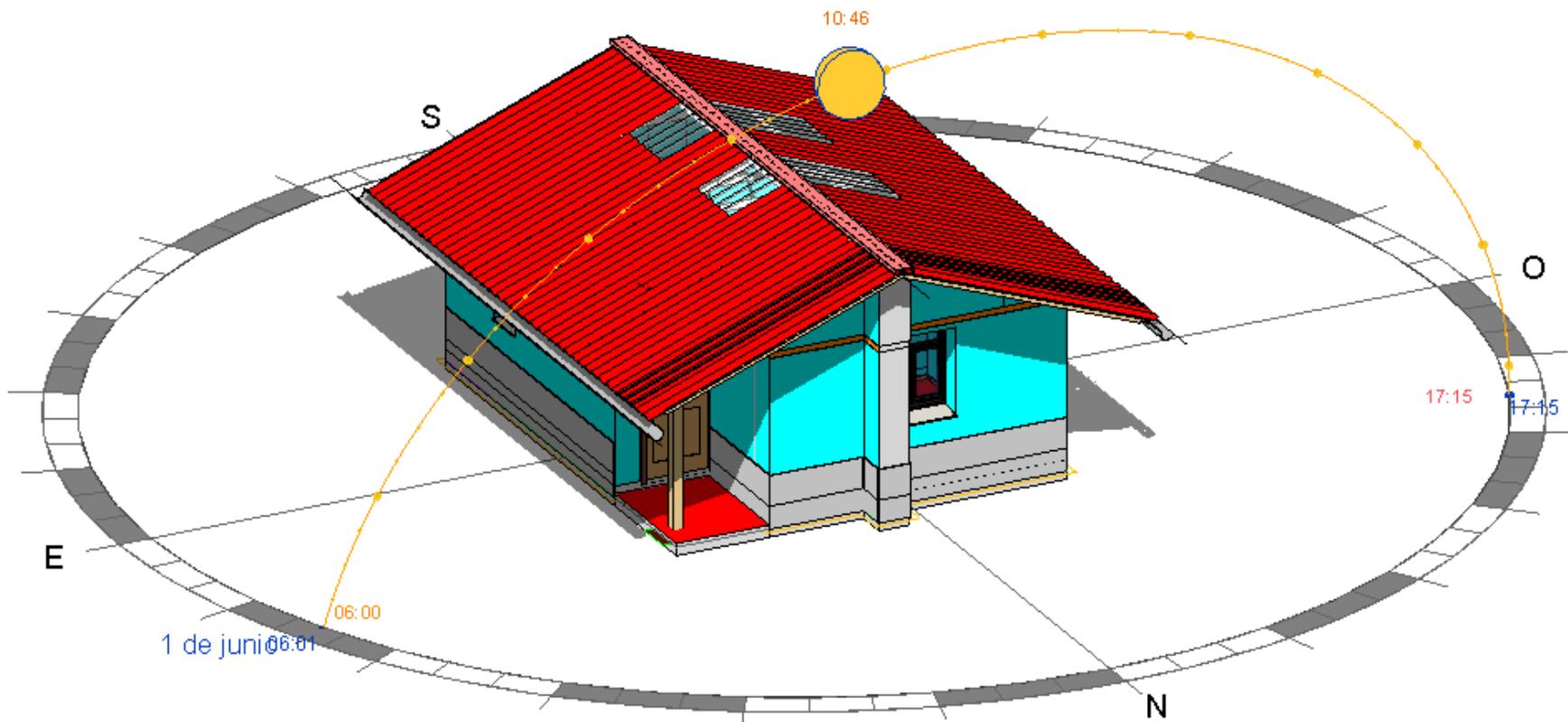


Figura 74. Orientación y cubierta mejorada

Fuente: elaboración propia

