UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE ARQUITECTURA

Prototipo de vivienda social con eficiencia térmica mediante un sistema constructivo vernáculo para zonas andinas de Sigsipamba - San Andrés

Trabajo de Titulación para optar al título de Arquitecto

Autor:
Veloz Méndez, Bryan Patricio

Tutor:
Mgs. Héctor Cepeda Godoy

Riobamba, Ecuador. 2025

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, **Bryan Patricio Veloz Méndez**, con cédula de ciudadanía 060413058-3, autor del trabajo de investigación titulado: **Prototipo de vivienda social con eficiencia térmica mediante un sistema constructivo vernáculo para zonas andinas de Sigsipamba - San Andrés**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, **26 de junio de 2025.**

Bryan Patricio Veloz Méndez

C.I: 060413058-3

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Mgs. Héctor Cepeda Godoy catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: **Prototipo de vivienda social con eficiencia térmica mediante un sistema constructivo vernáculo para zonas andinas de Sigsipamba - San Andrés**, bajo la autoría de Bryan Patricio Veloz Méndez; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 26 días del mes de junio de 2025.

Héctor Cepeda Godoy
C.I: 0602127946

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación **Prototipo de vivienda social con eficiencia térmica mediante un sistema constructivo vernáculo para zonas andinas de Sigsipamba - San Andrés**, presentado por **Bryan Patricio Veloz Méndez**, con cédula de identidad número **060413058-3**, bajo la tutoría de **Mg. Héctor Cepeda Godoy**; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 26 de junio de 2025.

Fernando Chávez, Arq./Mgs.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO

Paúl García, Arq./Mgs.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Fredy Ruíz, Arq./Mgs.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

Que, **VELOZ MÉNDEZ BRYAN PATRICIO** con CC: **0604130583**, estudiante de la Carrera **ARQUITECTURA**, Facultad de **INGENIERÍA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**PROTOTIPO DE VIVIENDA SOCIAL CON EFICIENCIA TÉRMICA MEDIANTE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO VERNÁCULO PARA ZONA ANDINAS DE SIGSIPAMBA – SAN ANDRÉS**", cumple con el 3 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **COMPILATIO**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 18 de junio de 2025

Firmado electrónicamente por:
HECTOR MANUEL
CEPEDA GODOY
Validar únicamente con FirmaEC

Arq. Héctor Cepeda Godoy, Mgs.
TUTOR

DEDICATORIA

A Dios, por siempre estar presente iluminando mi camino en cada paso y decisión de mi vida.

A mis padres, por su apoyo incondicional y sacrificio, su ejemplo de perseverancia me ha enseñado que cada esfuerzo tiene su recompensa. Este logro es tan suyo como mío.

A mi familia, por su amor y su apoyo constante, especialmente a mi hija Luciana que es mi motivo más grande de superación. Gracias porque incluso sin saberlo, me das fuerzas para continuar día a día.

AGRADECIMIENTO

Cerrar esta etapa académica para mi significa la materialización de un sueño que lo he venido idealizando a lo largo de mi vida, y hoy gracias a todas las personas que han sido partícipes de cada etapa, se hace realidad.

Quiero agradecer a una persona esencial en este trabajo de titulación, mi tutor el Arquitecto Héctor Cepeda, gracias a cada uno de los conocimientos impartidos, su acompañamiento, orientación y paciencia brindada, este desafío académico ha sido culminado.

Al mismo tiempo quiero agradecer a la Universidad Nacional de Chimborazo por haberse convertido en mi segundo hogar, por regalarme buenos y malos momentos que me han ayudado a formarme académica y personalmente.

Gracias a todas aquellas personas, maestros, amigos, compañeros que, de una u otra forma, fueron parte de este recorrido.

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL
CERTIFICADO ANTIPLAGIO
DEDICATORIA
AGRADECIMIENTO
INDICE GENERAL
INDICE DE TABLAS
INDICE DE FIGURAS
RESUMEN
ABSTRACT

CAPÍTULO I 18
1. INTRODUCCIÓN 18
1.1. Antecedentes 18
1.2. Problema 18
1.3. Justificación 20
1.4. Objetivos 21
1.4.1. Objetivo general 21
1.4.2. Objetivos específicos 21
CAPÍTULO II 22
2. MARCO TEÓRICO 22
2.1. Estado del arte 22
2.1.1. Casa de tierra / Lara Fuster Prieto 22
2.1.2. Vivienda social rural 26
2.1.3. Casa Lienzo de Barro 30

2.2. Marco teórico 33
2.2.1. Confort térmico 33
2.2.2. Arquitectura vernácula 36
2.2.3. Tipología constructiva vernácula 38
2.2.4. Técnicas de construcción vernácula 39
2.2.5. Vivienda vernácula en Ecuador 43
2.2.6. Análisis del sistema constructivo de Ecuador 43
2.2.7. Propiedades térmicas 50
2.2.8. Parroquia San Andrés 51
2.2.9. Factores climáticos 58
2.2.10. Software “Revit Insight” 62
CAPÍTULO III 64
3. METODOLOGÍA 64
3.1. Tipo de Investigación 64
3.2. Diseño de Investigación 64
3.3. Técnicas de recolección de datos 64
3.4. Población de estudio y tamaño de muestra 64
3.5. Métodos de análisis 65
3.6. Procesamiento de datos 67
CAPÍTULO IV 68
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 68
4.1. Espacios a analizar 68
4.1.1. Vivienda N° 1 71
4.1.2. Vivienda N° 2 76
4.1.3. Vivienda N° 03 81

4.2. Interpretación de resultados 86
4.3. Análisis térmico con programación informática 93
4.3.1. Vivienda 1 93
4.3.2. Vivienda 2 94
4.3.3. Vivienda 3 95
4.3.4. Características de los materiales 96
4.4. Discusión 97
CAPÍTULO V 99
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 99
5.1. Conclusiones 99
5.2. Recomendaciones 100
CAPÍTULO VI 101
6. PROPUESTA 101
6.1. Ubicación 101
6.2. Estudio de una situación 106
6.3. El problema “Situación estructurante” 107
6.4. Objetivo de propuesta de vivienda social 108
6.5. Estrategias 108
6.6. Propuesta Formal 119
6.7. Diseño arquitectónico 120
6.7.1. Planos arquitectónicos 120
6.7.2. Detalles constructivos 127
6.7.3. Análisis de con Revit insight 131
6.8. Memoria técnica 131
6.8.1. Cimentación 132

6.8.2. Muros.. 132
6.8.3. Cubierta 132
6.9. Zonificación arquitectónica 133
6.10. Diagrama de organización espacial 134
6.11. Matriz de relaciones (Gradilla) 135
6.12. Programación arquitectónica 135
6.13. Programación arquitectónica 138
Bibliografía 140
Anexos 144

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número total de personas en San Andrés 51
Tabla 2. Grupos quinquenales de edad 51
Tabla 3. Condición de alfabetismo y analfabetismo 52
Tabla 4. Grupos quinquenales de edad en viviendas particulares 53
Tabla 5. Condición de Pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas NBI 54
Tabla 6. Viviendas particulares y colectivas según ocupación 54
Tabla 7. Viviendas particulares 55
Tabla 8. Material predominante del techo 55
Tabla 9. Material predominante paredes 56
Tabla 10. Material predominante piso 57
Tabla 11. Tipo de vivienda y número de hogares en la vivienda 57
Tabla 12. Hogares por número de personas por cuarto exclusivo para dormir 58
Tabla 13. Descripción factores climáticos, temperatura 59
Tabla 14. Descripción factores climáticos, precipitación. 59
Tabla 15. Características y selección del Software 65
Tabla 16. Ficha de observación vivienda 1 72
Tabla 17. Ficha de observación vivienda 2 77
Tabla 18. Ficha de observación vivienda 3 82
Tabla 19. Resultados vivienda 1 análisis térmico 93
Tabla 20. Resultados vivienda 2 análisis térmico 94
Tabla 21. Resultados vivienda 3 análisis térmico 95
Tabla 22. Materiales vivienda 1 adobe 96
Tabla 23. Materiales vivienda 2 piedra 96
Tabla 24. Materiales vivienda 3 bahareque 97
Tabla 25. Parámetros para la elección del terreno 103
Tabla 26. Materiales para la propuesta de la vivienda 109
Tabla 27. Recursos naturales y locales para la propuesta 110
Tabla 28. Orientación para espacios 112
Tabla 29. Programación arquitectónica 136
Tabla 30. Presupuesto 138

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de problemas 20
Figura 2. Emplazamiento 22
Figura 3. Materialidad de interior de la casa 23
Figura 4. Forma rectangular de casa 24
Figura 5. Sistema estructural sin escala 24
Figura 6. Sistema estructural 25
Figura 7. Planta arquitectónica 25
Figura 8. Emplazamiento 26
Figura 9. Emplazamiento 27
Figura 10. Bocetos de forma triangular de la vivienda 27
Figura 11. Axonometría explotada 28
Figura 12. Esquema de circulación y zonificación 29
Figura 13. Planta arquitectónica 29
Figura 14. Confort térmico 30
Figura 15. Emplazamiento 31
Figura 16. Materialidad de interior de la casa 32
Figura 17. Esquema de circulación y zonificación 33
Figura 18. Mapa de zonas climáticas del Ecuador 35
Figura 19. Dibujos de la interpretación de la vivienda primitiva y evolución según lo descrito por Vitrubio 37
Figura 20. Vivienda vernácula en zonas andinas 38
Figura 21. Detalle de la estructura del muro de bahareque 41
Figura 22. Detalle de la estructura del muro de adobe 41
Figura 23. Detalle de la estructura del muro de tapial 42
Figura 24. Esterilla de guadua, sistema constructivo de bahareque 44
Figura 25. Alzado del sistema constructivo de bahareque 45
Figura 26. Cimentación en casa de adobe 47
Figura 27. Tipos de montaje de adobe 48
Figura 28. Encofrados para muros de tapial 49

Figura 29. Construcción de muros de tapial 50
Figura 30. Gráfica de niveles de comodidad de la humedad en San Andrés. 60
Figura 31. Gráfica de velocidad promedio del viento en San Andrés 61
Figura 32. Gráfica de horas de luz natural y crepúsculo en San Andrés. 61
Figura 33. Gráfica de salida del sol y puesta el sol con crepúsculo en San Andrés 62
Figura 34. Gráfica de solsticios y equinoccios de San Andrés 62
Figura 35. Modelo energético utilizando REVIT 66
Figura 36. Mapa de tipología de la vivienda 69
Figura 37. Mapa de viviendas seleccionadas 70
Figura 38. Vivienda de tapial 71
Figura 39. Plantas Arquitectónicas vivienda de adobe 74
Figura 40. Elevaciones y Perspectivas 75
Figura 41. Vivienda de piedra 76
Figura 42. Plantas Arquitectónicas vivienda de piedra 79
Figura 43. Elevaciones 80
Figura 44. Vivienda de piedra y bahareque 81
Figura 45. Plantas Arquitectónicas vivienda de piedra y bahareque 84
Figura 46. Elevaciones 85
Figura 47. Gráfica de resultados tipo de construcción 86
Figura 48. Gráfica de resultados materialidad predominante en techos 86
Figura 49. Gráfica de resultados material predominante en ventanas 87
Figura 50. Gráfica de resultados percepción térmica dentro de la vivienda 87
Figura 51. Gráfica de resultados percepción de confort térmico dentro de la vivienda 88
Figura 52. Gráfica de resultados temperatura exterior 88
Figura 53. Gráfica de resultados temperatura interior en la sala 89
Figura 54. Gráfica de resultados temperatura interior en la cocina 89
Figura 55. Gráfica de resultados temperatura interior en el comedor 90
Figura 56. Gráfica de resultados temperatura interior en el dormitorio 90
Figura 57. Gráfica de resultados humedad relativa en la sala 91
Figura 58. Gráfica de resultados humedad relativa en la cocina 91
Figura 59. Gráfica de resultados humedad relativa en el comedor 92

Figura 60. Gráfica de resultados humedad relativa en el dormitorio 92
Figura 61. Análisis térmico vivienda 1 93
Figura 62. Análisis térmico vivienda 2 94
Figura 63. Análisis térmico vivienda 3 95
Figura 64. Ubicación de los 3 terrenos 102
Figura 65. Ubicación del terreno 104
Figura 66. Ubicación del terreno 105
Figura 67. Materiales 108
Figura 68. Recursos naturales y locales 109
Figura 69. Esquema de zonificación de área de la vivienda 111
Figura 70. Esquema de tipología de vivienda en U 111
Figura 71. Orientación para esppacios 112
Figura 72. Soleamiento 113
Figura 73. Ventilación 114
Figura 74. Estrategia ambiental 115
Figura 75. Planta baja 120
Figura 76. Planta de cubierta 121
Figura 77. Planta de cimentación 122
Figura 78. Fachada frontal y posterior 123
Figura 79. Fachada laterales 124
Figura 80. Planta de estructura de cubierta 125
Figura 81. Cortes A y B 126
Figura 82. Detalles de muros 127
Figura 83. Detalle escantillón 128
Figura 84. Detalles de cimentación 129
Figura 85. Detalle de cubiertas 129
Figura 86. Corte escantillón isométrico 130
Figura 87. Análisis de con Revit insight 131
Figura 88. Zonificación arquitectónica 133
Figura 89. Diagrama de organización espacial 134
Figura 90. Matriz de relaciones (Gradilla) 135

RESUMEN

La Comunidad de Sigsipamba, parroquia San Andrés, evidencia el requerimiento de estudiar los sistemas constructivos vernáculos de los Andes en términos de eficiencia térmica y en consecuencia brindar una solución de confort habitacional. Este estudio tiene como objetivo principal analizar dichos sistemas y desarrollar una propuesta arquitectónica adecuada para las condiciones climáticas de la zona.

Se usó la metodología cualitativa y descriptiva que se aplica con trabajo de campo mediante observación y análisis contextual. Se tomaron tres casos con construcciones tradicionales: tapial, piedra con barro, y piedra con bahareque. Se emplearon fichas de observación, dispositivos meteorológicos y el software Revit Insight para la temperatura y humedad interior y exterior de las viviendas

De acuerdo con los datos recopilados, se concluye que ninguna de las viviendas cuenta con confort térmico, percibiéndose como frías el 67% de estas. Notablemente, la temperatura interna desciende, evidenciando un gran descenso por la noche, a la vez que la humedad en los dormitorios y salas supera el ideal. Finalmente, el análisis de esta construcción reveló la ausencia de asesoramiento técnico en su construcción, prevaleciendo conocimientos ancestrales

Se diseñó un prototipo de vivienda social basado en el estilo vernáculo en forma de arquitectura. Se enfatizó en el uso de materiales sostenibles de origen local, y una modulación espacial eficiente que incluye áreas privadas, sociales, de servicio y circulación. El objetivo fue optimizar el confort térmico minimizando la pérdida de calor durante la noche y mejorar aún más la calidad de vida de los residentes

Palabras claves: Prototipo, vivienda, social, eficiencia, térmica, vernáculo.

Abstract

The community of *Sigsipamba* in *San Andrés* parish highlights the need to study the vernacular construction systems of the Andes in terms of thermal efficiency, thereby providing a solution for housing comfort. The primary objective of this study was to analyze these systems and develop an architectural proposal tailored to the local climatic conditions. A qualitative and descriptive methodology was employed, which involved fieldwork through observation and contextual analysis. Three cases were taken with traditional constructions: mud walls, stone with mud, and stone with wattle and daub. Observation sheets, meteorological devices, and Revit Insight software were used for the interior and exterior temperature and humidity of the houses. According to the data collected, it was concluded that none of the houses have thermal comfort, 67% of them being perceived as cold. Notably, the internal temperature dropped, exhibiting a significant decrease at night, while the humidity in the bedrooms and living rooms exceeded the ideal level. Finally, the analysis of this construction revealed the absence of technical advice in its construction, with ancestral knowledge prevailing. A social housing prototype was designed in the vernacular style of architecture. Emphasis was placed on the use of locally sourced sustainable materials and efficient spatial modulation that includes private, social, service, and circulation areas. The objective was to optimize thermal comfort by minimizing heat loss during the night and to further improve the quality of life for residents.

***Keywords*:** Prototype, housing, social, efficiency, thermal, vernacular.

Reviewed by:
Jenny Alexandra Freire Rivera, M.Ed.
ENGLISH PROFESSOR
ID No.: 0604235036

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Es evidente la clara necesidad de analizar e investigar los sistemas de construcción vernáculos que son mayormente empleados en la zona andina, particularmente en la Comunidad de Sigsipamba de la parroquia de San Andrés, dado a la significancia de identificar la manera de proporcionar una óptima eficiencia térmica, pues cada sistema constructivo debe ser entendido como un proceso en el cual converge varios factores naturales.

La transformación de las ciudades ha llevado a la eliminación de las técnicas de construcción tradicional, y aquello, ha traído consigo un impacto importante en las comunidades andinas, ya que el objetivo de construir una vivienda es hacer que sea acogedora, segura y confortable.

Para dar lugar al desarrollo investigativo acerca de los sistemas constructivos y la eficiencia térmica en las viviendas andinas de la comunidad de Sigsipamba, se ha establecido una metodología investigativa de campo y se ha recopilado información bibliográfica, con el objetivo de desarrollar lineamientos y estrategias destinados hacia un confort térmico adecuado.

El objetivo principal de este trabajo es analizar los sistemas constructivos vernáculos y de eficiencia térmica en las viviendas aledañas a la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, con ello proponer una vivienda confortable con un sistema constructivo adecuado para la zona andina, por lo tanto, se ha llevado a cabo una investigación objetiva y puntual para quienes pretendan estudiar el confort térmico a través de una revisión de conceptos básicos, conclusiones y sugerencias, así como una alternativa de solución plasmada en una propuesta.

1.2. Problema

A nivel mundial se han desarrollado numerosos sistemas de construcción que han ido sustituyendo a los sistemas constructivos vernáculos, la metodología constructiva con la que se elabora una vivienda suele expresar el estatus socio-económico de una persona, mientras que el uso técnicas de construcción ancestrales ha sido asociado con la pobreza. En este sentido, las técnicas ancestrales han dinamizado el paradigma social por lo que han sido abandonados, para ser reemplazados, por los sistemas actuales.

Se sugiere considerar que los sistemas de construcción y eficiencia térmica difieren conforme con la región y zona climática; en el caso de Ecuador al tener un clima completamente diferente a otros países, las técnicas de construcción y materiales se adaptan a los elementos naturales. Es por ello que, se propone tomar como referencia un lugar que tenga similitudes con los patrones climáticos para poder establecer una comparación de sistemas constructivos y eficiencia térmica.

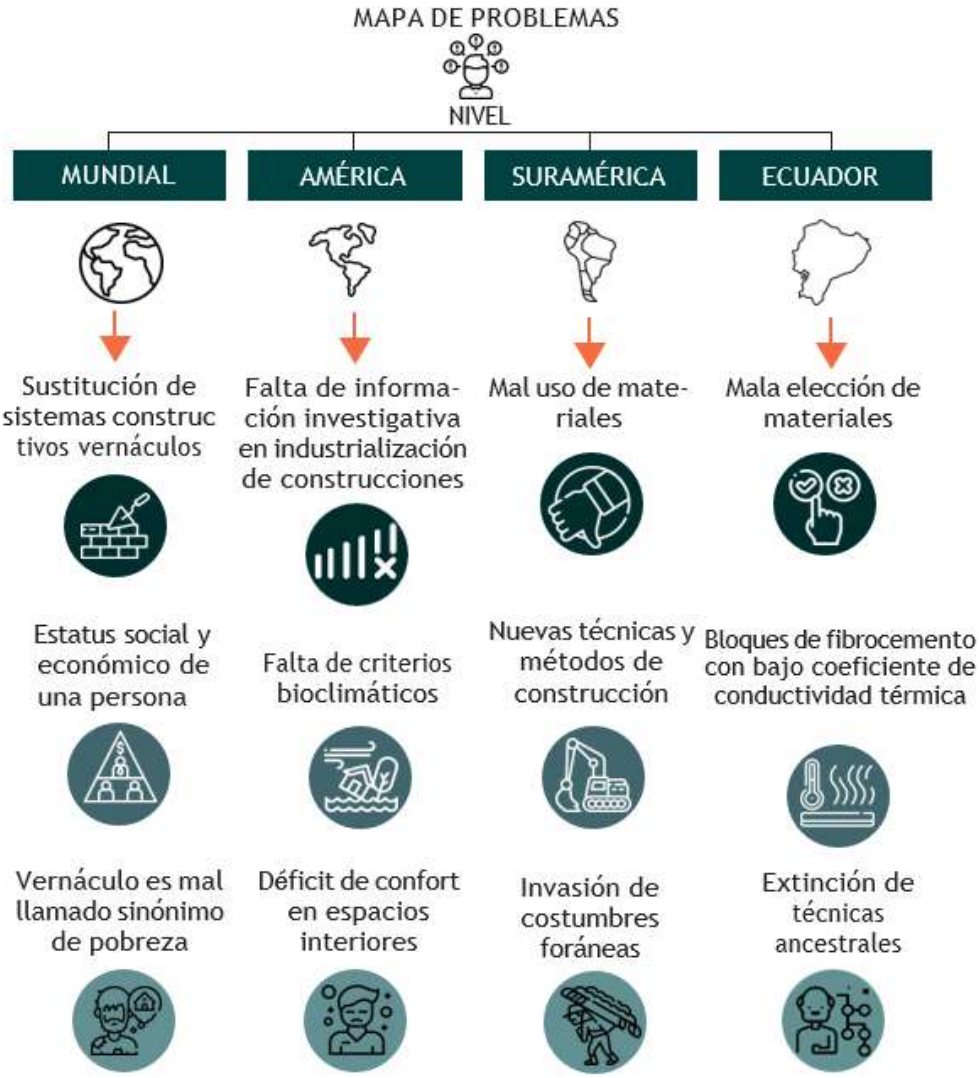
En Latinoamérica, son escasas las investigaciones enfocadas en el desarrollo de la construcción de las viviendas, sin embargo, el panorama actual relativo al mal uso de materiales en esta región ha tenido un impacto significativo en torno al confort interior que cualquier espacio debería tener.

Se requiere alcanzar el confort térmico en zonas remotas donde el calor o frío intenso forman parte de la incomodidad térmica, la cual, en instancias, también ha ocasionado muertes; es por este motivo que se debe enfocar en la búsqueda de principios bioclimáticos que contrarresten las severidades del clima a través del empleo de metodologías óptimas y que sean complementadas con una tecnología limpia.

En América del Sur, estos sistemas constructivos y de eficacia térmica suelen ser variables en localidades rurales conforme la región y la zona climática, no obstante, se cabe de elementos similares que comparten, mismas que con el tiempo han sido desechadas puesto que la zonas urbanas o metropolitanas han acogido nuevas técnicas constructivas sin considerar que es posible mantener la eficiencia térmica. Pese a ello, aún persisten viviendas que mantienen su identidad cultural, al no adoptar elementos foráneos, pocos son los espacios cuyos sistemas constructivos se basan en materialidad vernácula como la tierra, lo cual proporciona un valor único que converge con el tema de eficiencia térmica.

Lo manifestado en párrafos anteriores, pretende determinar el apremio de buscar materiales distintos a los empleados en viviendas contemporáneas, en el que se considere el aspecto económico y con una técnica amigable ambientalmente. Para afianzar una respuesta idónea a esta problemática, puede ser importante analizar el pasado de manera que permita visibilizar exhaustivamente las prácticas y procedimientos básicos que convergen dentro de la tradición y cultura de la localidad.

Figura 1. Mapa de problemas



Elaborado por: Veloz, Bryan (2024)

1.3. Justificación

El objetivo principal de este documento es investigar la problemática actual de las viviendas con sistema constructivo vernáculo en la comunidad de Sigsipamba. En varios casos se han construido con materialidad con poca inercia térmica. Las condiciones térmicas resultantes de sus viviendas, en particular las que se encuentran en zonas más elevadas geográficamente, pueden ser inadecuadas y causar problemas de salud para los habitantes.

En ocasiones las viviendas son expuestas a bajas temperaturas, Sigsipamba es una de estas zonas (Cuandovisitar.com.ec, 2023), en estos lugares, las viviendas se construyen utilizando materiales que no ofrecen propiedades térmicas adecuadas para mantener una temperatura interior confortable, en otras palabras, sin materiales térmicos, por ejemplo, en sus cubiertas utilizan material metálico y en sus paredes bloque. Pese a que estos materiales transfieren el

calor extra e intra espacial, también obstaculiza el almacenamiento térmico en el interior, lo cual imposibilita un ambiente confortable de habitabilidad.

La habitabilidad se refiere al espacio o vivienda idónea y habitable, en donde el habitante pueda sentirse cómodo dentro de él, para ello se requiere de un espacio óptimo en el cual se los proteja del frío, humedad, calor, viento, entre otros factores climáticos que puedan afectar su salud, además se debe considerar la protección de exposiciones estructurales y posibles patologías. Una vivienda debe afianzar la seguridad física para quienes habitan en ella (Defensoría del Pueblo de Ecuador, pág. 9).

Conforme con el párrafo anterior, se manifiesta que los factores climáticos tienden a influir en la eficiencia térmica de una vivienda, por lo que se requiere de un sistema constructivo con técnicas eficaces; este aspecto es trascedente en este trabajo, puesto que para cualquier individuo es un derecho el habitar en un espacio seguro considerando el confort término particularmente en zonas frías, pues este estudio se enfoca en el páramo andino, cuyas viviendas requieren una eficiencia térmica facilitando la convivencia y habitabilidad.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Analizar los sistemas constructivos vernáculos y de eficiencia térmica en las viviendas andinas de la Comunidad de Sigsipamba y proponer una vivienda confortable con un sistema constructivo adecuado para la zona andina.

1.4.2. Objetivos específicos

- Analizar referencias bibliográficas y referentes que aborden los sistemas constructivos similares a la zona andina estudiada.
- Conocer las propiedades de los sistemas constructivos de la zona a investigar para la generación de una óptima eficiencia térmica en las viviendas andinas acorde con los factores climáticos que presenta la comunidad de Sigsipamba.
- Evaluar el comportamiento térmico a través de dispositivos meteorológicos y programación informática que permitan medir la sensación y el grado de satisfacción térmica.
- Diseñar una propuesta arquitectónica de vivienda social basada en un sistema constructivo que mantenga eficiencia térmica para la Comunidad de Sigsipamba.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

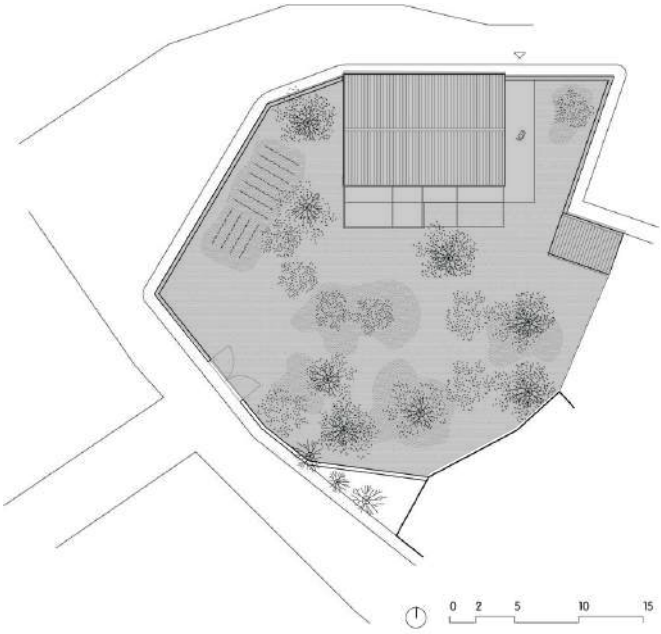
2.1. Estado del arte

Para el desarrollo del estado del arte se ha considerado algunos referentes vinculados con el tema de investigación:

2.1.1. Casa de tierra / Lara Fuster Prieto

- Arquitectos: Lara Fuster Prieto Ubicación: Boadilla de Rioseco, España
- Área: 142 m2
- Año de proyecto: 2022

Figura 2. Emplazamiento



Fuente: Archdaily (2022)

Descripción:

Ubicada en el clima extremo de Boadilla de Rioseco, en España, Casa de tierra es un proyecto residencial que utiliza las técnicas locales para adaptarse eficazmente dentro del sitio. Diseñada por la arquitecta española Lara Fuster Prieto, esta vivienda de ladrillos de adobe se encarga de ofrecer un eficiente control climático para sus habitantes, además de generar un bajo impacto ambiental para su entorno. El volumen rectangular alberga un interior abierto que hace uso de aberturas para generar ambientes fluidos y acogedores (Zapico, 2022).

Materialidad

La edificación ofrece el más alto nivel de comodidad climática y al mismo tiempo generar un impacto ambiental mínimo. Se seleccionó como principal material de construcción el ladrillo de adobe, producido por una fábrica cercana. Aunque los demás elementos no son locales, cumplen los criterios de tener un impacto ambiental mínimo.

Los ladrillos de adobe, aunque son un elemento importante en la cultura y la historia de la zona, rara vez se utilizan para nuevas construcciones. Esta propuesta adapta el uso de materiales tradicionales a la construcción y el estilo de vida contemporáneo.

Figura 3. Materialidad de interior de la casa

Fuente: Archdaily (2022)

Forma

Este edificio rectangular se divide en cuatro tramos paralelos, que discurren de este a oeste. La fachada norte es asimétrica, con vanos más reducidos. Esto le confiere un aspecto similar al de las construcciones tradicionales. La distribución del espacio interior se orienta hacia la fachada sur. Tiene aberturas más grandes que actúan como colectores solares utilizados durante el invierno (Zapico, 2022).

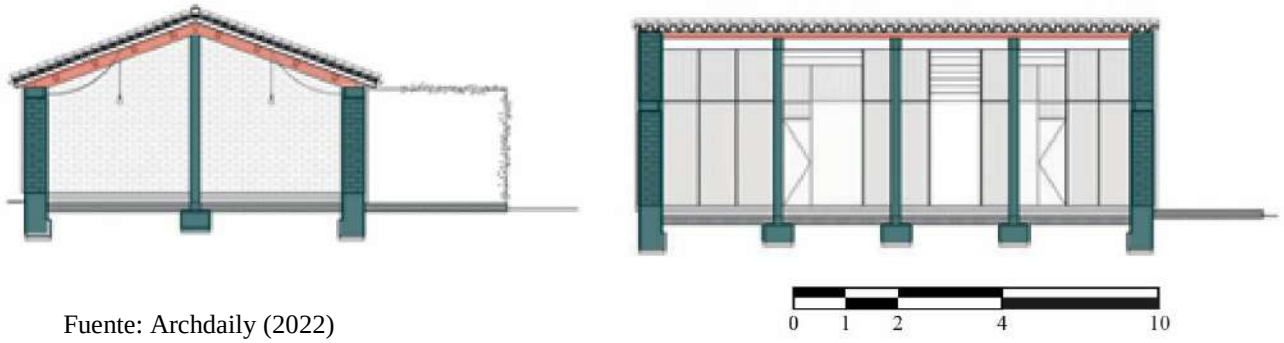
Figura 4. Forma rectangular de casa

Fuente: Archdaily (2022)

Estructura

Se utilizaron bloques de adobe de 33x15x10cm para construir los muros que sostienen la estructura del techo. Estos ladrillos se fabrican en un pequeño pueblo a menos de 40 km del lugar de la construcción. Estos muros se apoyan en pilares centrales de madera contrachapada y vigas de madera contrachapada que forman los porches del techo inclinado.

Figura 5. Sistema estructural sin escala

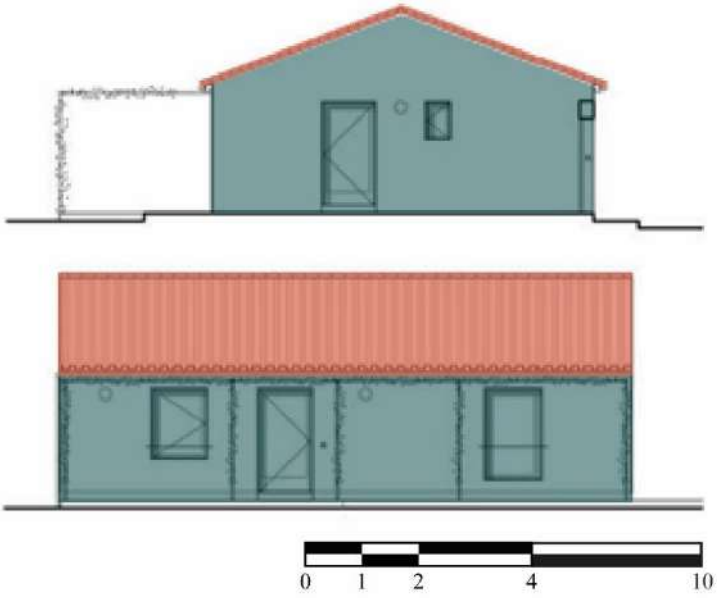


Fuente: Archdaily (2022)

Cobertura

El frontón está construido con un panel aislante de corcho, tejas de barro reutilizadas y un panel de madera intercalado entre ellas. La pátina del azulejo permite que el volumen se integre completamente en el paisaje urbano local. Las paredes están revestidas con paneles de corcho de ocho centímetros de largo que forman un sistema de aislamiento térmico exterior (Zapico, 2022).

Figura 6. Sistema estructural



Fuente: Archdaily (2022)

Distribución espacial

Figura 7. Planta arquitectónica

Fuente: Archdaily (2022)

En la distribución interior se han realizado compartimentaciones esenciales mediante tabiques ligeros formados por marcos compuestos por lamas de madera vista, aislamiento de algodón reciclado y tableros de madera de densidad media.

La vivienda, que tiene calificación energética 'A', no requiere sistemas de refrigeración. En lo que concierne a la inercia de la materialidad y el adecuado aislamiento de toda la envolvente han permitido mantener temperaturas constantes de entre 22 y 24°C.

En estaciones frías como invierno, dado a las condiciones climáticas del lugar, la casa requiere algo de calefacción. Para ello se instaló un sistema de calefacción por suelo radiante, que funciona de forma similar a las “glorias”, el sistema de calefacción tradicional local, mediante chimeneas subterráneas que calientan la casa desde abajo (Zapico, 2022).

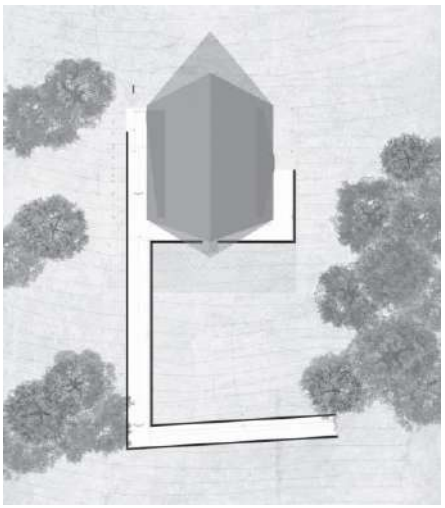
2.1.2. Vivienda social rural

- Arquitectos: Estación Espacial Arquitectos
- Ubicación: Colombia
- Área: 70 m2
- Año de proyecto: 2016

Descripción

La edificación a examinar es una vivienda social de interés económico y priorizado. Está ubicado en Boyacá. Tres horas al norte de Bogotá. La altitud es de 2.500 metros, lo que produce una temperatura fluctuante entre 12 y 20°C. El sitio muestra tanto la falta como la baja calidad de la vivienda en el continente sudamericano (ArchDaily, 2017).

Figura 8. Emplazamiento



Fuente: Archdaily (2016)

Propuesta

Es una propuesta de casa diseñada desde la perspectiva de y por los usuarios. El objetivo principal de este espacio debe ser mejorar la productividad tanto del hogar como del entorno. Después de un análisis detallado de las funciones económicas y sociales del área circundante, los arquitectos entendieron que la vivienda estaba ligada a la matriz productiva del lugar.

Figura 9. Emplazamiento

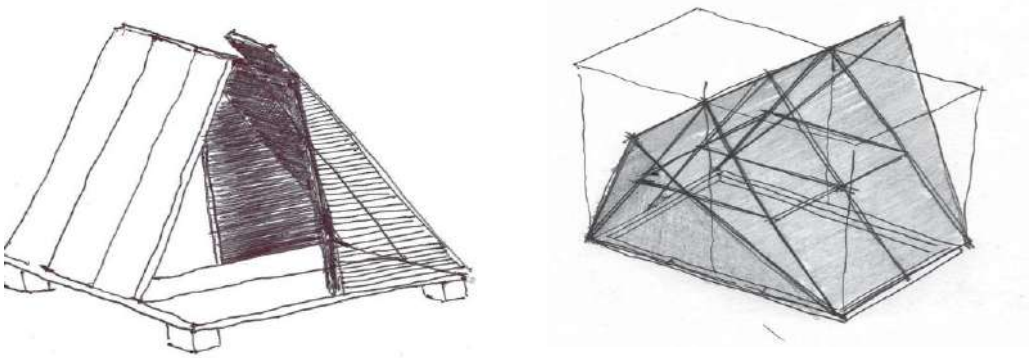
Fuente: Archdaily (2016)

El tejado se considera el elemento básico de cualquier vivienda. La creencia de los diseñadores es que una cubierta no es sólo un elemento estructural de un edificio, sino un espacio, un dispositivo arquitectónico, que protege de las inclemencias del tiempo. El techo permite sobrevivir y es una característica arquitectónica integral cuando se considera la construcción de una casa. Un techo representa dignidad. La gente lo exige en las calles. Un techo, por mínimo o frágil que parezca, representa los sueños de las personas (Corrales et al., 2021).

Forma

La casa techo es una propuesta basada en un principio estructural de soportar dos planos inclinados que se apoyan entre si formando un triángulo de tracción. Esto la hace más resistente a los sismos y el viento, se reducen las uniones constructivas por ser más del 60% de la casa solo un techo, lo que permite bajar el costo y el tiempo de construcción de la vivienda.

Figura 10. Bocetos de forma triangular de la vivienda

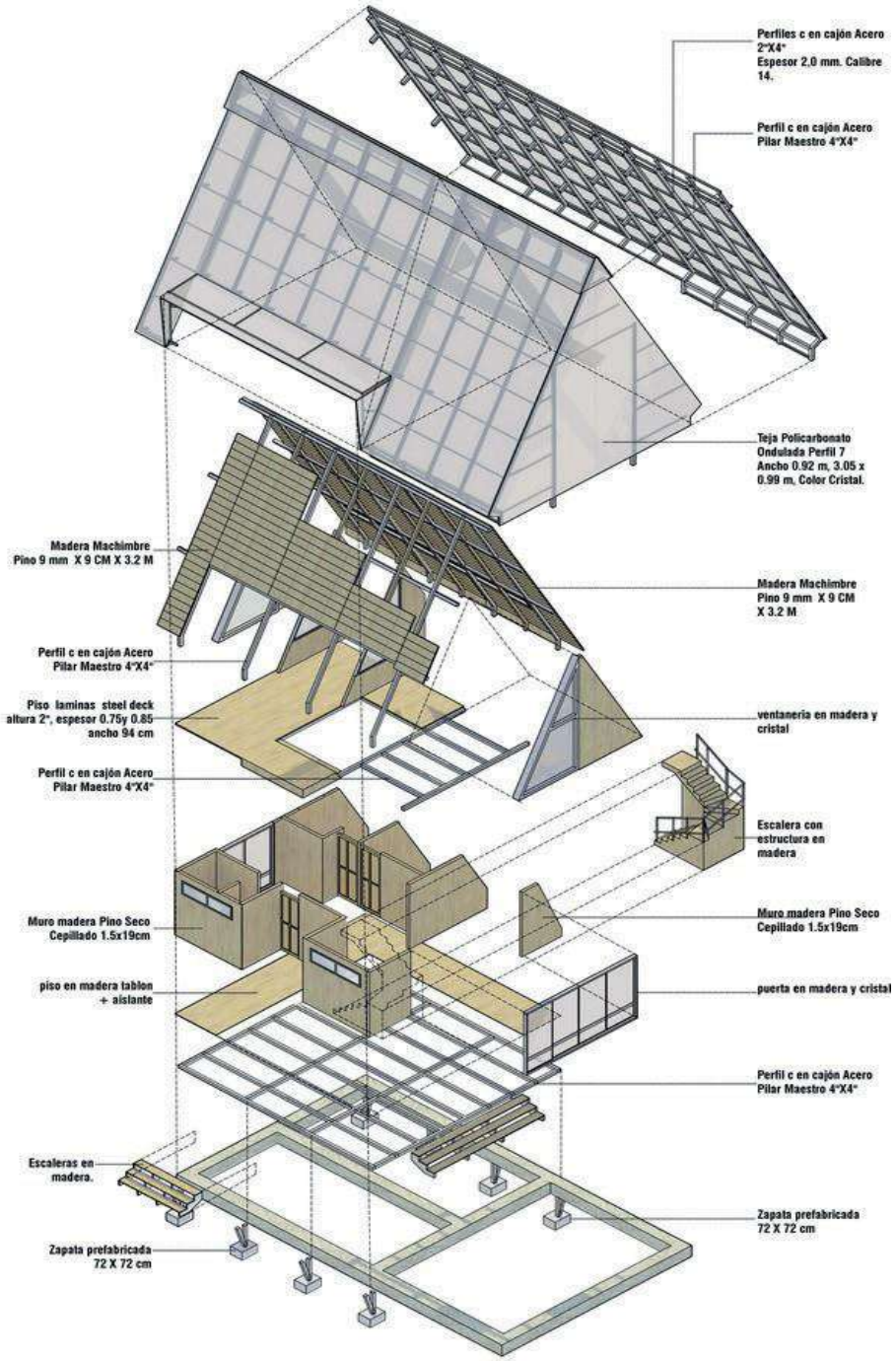


Fuente: Archdaily (2016)

Materialidad

El concepto de la casa se basa en un principio según el cual dos superficies inclinadas se apoyan entre sí, creando un triángulo. Además de ser más resistente contra sismos y vientos, este diseño reduce las juntas de construcción porque solo queda más del 60% del techo.

Figura 11. Axonometría explotada

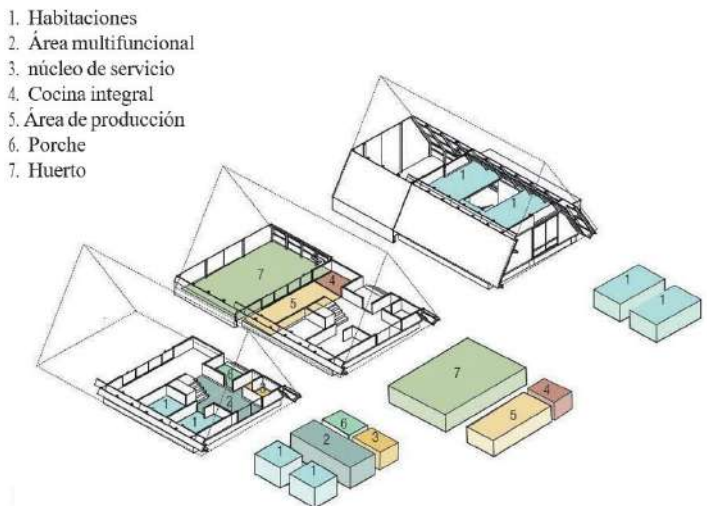


Fuente: Archdaily (2016)

Distribución espacial

La casa ha sido diseñada específicamente para una familia de agricultores. En su interior se encuentra una casa de dos niveles. En el primer piso se visibilizan dos dormitorios, un baño y un comedor, sala y cocina de doble altura (6 metros). En la primera planta se ubica una zona de almacenamiento de piensos y materiales, con acceso independiente. Este nivel también incluye el baño privado y la suite principal. Esta habitación tiene vistas a la sala de estar (ArchDaily, 2017).

Figura 12. Esquema de circulación y zonificación

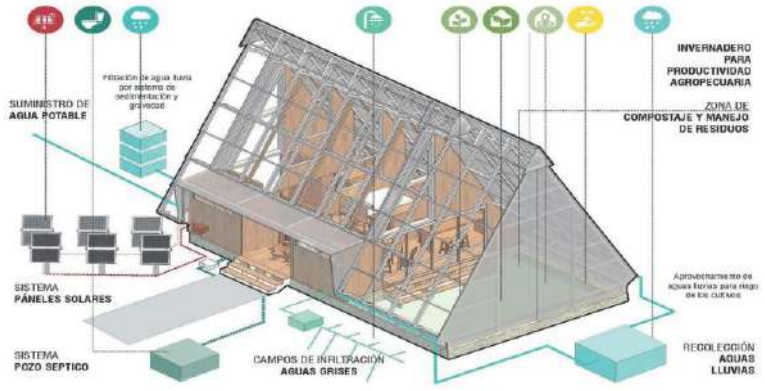


Fuente: Archdaily (2016)

Tecnología

Se llama así porque utiliza los recursos naturales de forma inteligente, ahorra dinero y mano de obra, ocupa menos espacio, requiere menos tiempo para construir, etc.

Figura 13. Planta arquitectónica

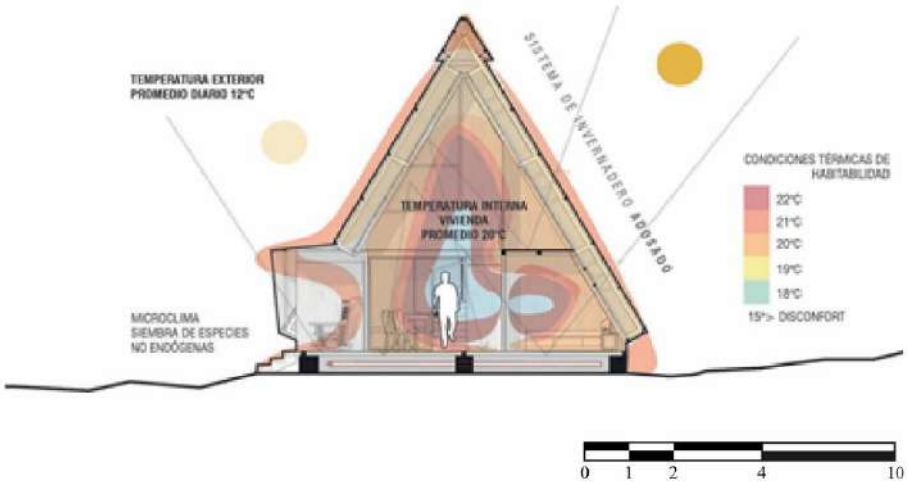


Fuente: Archdaily (2016)

Confort térmico

En la opinión de los diseñadores, se pretende ofrecer una solución que atienda las diversas variables, como confort térmico, comunidad, productividad, resiliencia, adaptabilidad, etc., nos ayudará a reducir el déficit habitacional cuantitativo, pero, sobre todo, cualitativo en Bogotá (Castaño y Vera, 2022).

Figura 14. Confort térmico



Fuente: Archdaily (2016)

2.1.3. Casa Lienzo de Barro

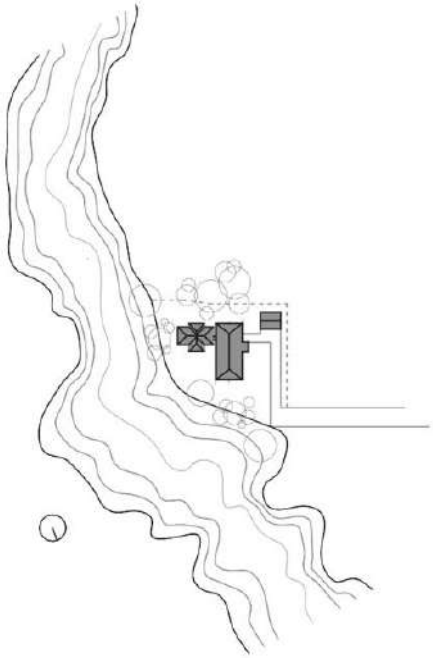
- Arquitectos: Chaquiñan
- Ubicación: Tumbaco, Ecuador
- Área: 230 m2
- Año de proyecto: 2013

Descripción

El proyecto da inicio cuando una pareja decide mudarse a una zona rural. Sus habitantes eligen vivir su vida en la pequeña casa de bambú y mampostería que se dispone en el lugar. Aquí vienen estas personas que han decidido desprenderse de una parte importante de sus pertenencias, de su estilo de vida y de su mobiliario (Zúñiga, 2019).

Pronto, a medida que se combinen las exigencias de la vida diaria y la nostalgia por las posesiones sentimentales que han quedado atrás, surgirá la necesidad de espacio adicional. Pero manteniendo la ilusión de vivir más cerca de la naturaleza y es en este punto donde se requiere la interpretación del problema (Martínez, 2018).

Figura 15. Emplazamiento



Fuente: Archdaily (2013)

Materialidad

Cangahua es el tipo de suelo que forma parte esta región, en sí esta es una roca volcánica sedimentaria, que proporciona una base firme en conjunto con el barro. El adobe es el material principal utilizado para construir las paredes desde la base hasta el techo. Una base de hormigón armado aísla el adobe de la tierra. Los muros de adobe se refuerzan con sillares, placas metálicas y otros materiales para hacerlos más duraderos.

La pared está recubierta con resina epoxi y se utilizan cables de acero para atarla verticalmente. Para solucionar el problema, es importante que la pared no confunda el elemento ya construido. El adobe se puede utilizar para crear un ambiente único y moderno para su hogar (Zúñiga, 2019).

Figura 16. Materialidad de interior de la casa

Fuente: Archdaily (2013)

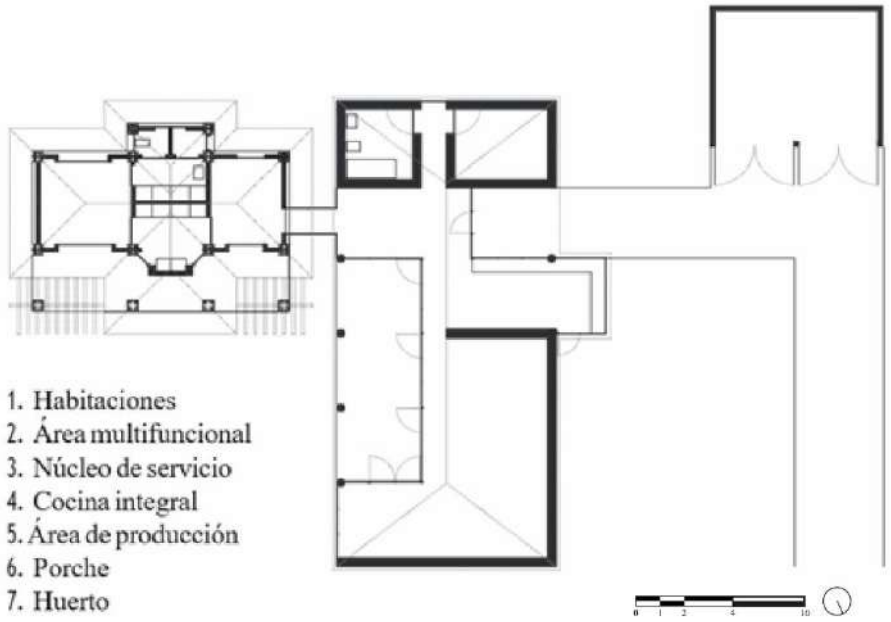
Forma

Es una edificación en forma rectangular, dividido en cuatro secciones paralelas que se extienden de este a oeste. Esta fachada norte, que se alinea a lo largo de la calle, presenta aberturas asimétricas y más pequeñas. La apariencia resultante es similar a las estructuras tradicionales del vecindario. El interior se distribuye hacia la Fachada Sur, donde se abren huecos de mayor tamaño para actuar como colectores solares en invierno (Martínez, 2018).

Distribución espacial

La mampostería de tierra requiere la construcción de cajas. Estos muros replegados rodean el plan arquitectónico. Rehabilitando así el volumen que anteriormente había para crear el dormitorio, así como la intimidad del hogar. El nuevo volumen albergará todas las zonas sociales: Cocinar, Comer, Ser. De esta manera, los pliegues de arcilla exhiben la galería constantemente, mientras que los pliegues de vidrio representan el entorno y las paredes desde el exterior (Zúñiga, 2019).

Figura 17. Esquema de circulación y zonificación



Fuente: Archdaily (2013)

2.2. Marco teórico

2.2.1. Confort térmico

Se puede definir el confort térmico como la satisfacción mental de la temperatura que proporciona un ambiente a las personas que lo habitan, donde existe un equilibrio entre temperaturas frías y calientes. El individuo no siente demasiado frío ni demasiado calor y no tienes dificultades para mantener la temperatura interna de tu cuerpo (Andreoni y Ganem, 2021).

El confort térmico es un estado físico generado por un trabajo, capaz de equilibrar la temperatura de un ambiente, sin provocar molestias a las personas allí presentes. Según lo define la norma americana ASHRAE (Standard 55), el confort térmico es “un estado o condición de satisfacción en relación con el entorno en el que se encuentra la persona” (Brito et al., 2022).

Se puede decir que el confort térmico no es sólo una cuestión de arquitectura, sino que está muy influenciado por ella. Un buen confort térmico significa una mayor calidad de vida para los residentes de una vivienda o quienes trabajan diariamente en un edificio comercial; después de todo, las temperaturas suaves simplifican las actividades diarias.

En varias edificaciones, la simple falta de optimización térmica es suficiente para fatigar a los residentes. Además, claro está, de la cuestión económica: un ambiente térmico no regulado trae más costes a medio y largo plazo. Ambos con equipos de aire acondicionado y calentadores; dependiendo de la región, incluso ambos.

Sin lugar a dudas, el confort térmico es el resultado del balance energético de un ambiente con el objetivo de regular su temperatura para los organismos humanos; se produce cuando, por ejemplo, un trabajador no siente frío ni calor en su lugar de trabajo. De esta manera consigue mantener su temperatura interna, facilitando la realización de sus actividades. Los proyectos de arquitectura y urbanismo deben ofrecer condiciones para el confort humano en el interior de los edificios, incluso si las condiciones climáticas exteriores son extremas (Duval et al., 2022).

Para lograr los efectos antes mencionados, el proyecto arquitectónico debe mitigar las sensaciones de malestar que imponen los climas muy duros para que su ambiente interno sea tan confortable como los espacios exteriores en climas templados. Para ello se deben considerar estrategias pasivas, a través de mecanismos de acondicionamiento natural, de iluminación y ventilación natural. Esto es posible con el conocimiento de variables que interferirán en la búsqueda del confort térmico.

2.2.1.1. Rango de confort térmico en Ecuador

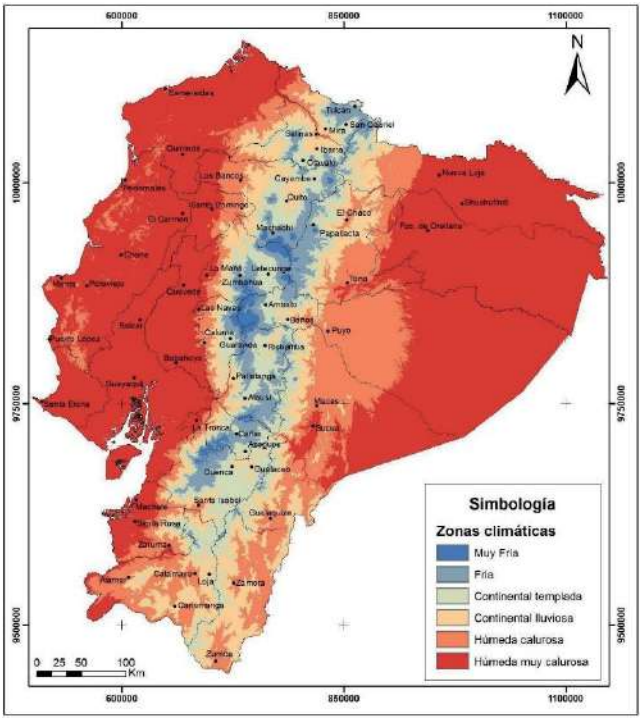
En un país como Ecuador, con habitantes que suelen vivir en varias de las zonas rurales, y que emplean las metodologías constructivas tradicionales, es necesario tomar en cuenta técnicas para un óptimo confort térmico dentro de los espacios, de esta forma es factible mejorar la temperatura de espacios interiores, esencialmente en temporadas de heladas la cuales suelen oscilar entre mayo y agosto (Riofrío, 2019).

Uno de los propósitos de la construcción de viviendas y de inmuebles es la optimización de la temperatura en espacios interiores, así mismo el hecho de proporcionar un ambiente adecuado y saludable para quienes lo habitan. De este modo, se da lugar a la protección de su salud, eventualmente de niños y adultos mayores (Ledesma y Rivera, 2018).

Es necesario hacer mención que las heladas se caracterizan por ser un evento recurrente en ciertas zonas del país, particularmente en la región Sierra o Andina, aquello causa enfermedades respiratorias que afectan a la salud de poblaciones vulnerables, cuyo alcance es mayor en la zona centro de Ecuador (Guevara y Soriano, 2020).

Ante esta instancia, se debe recalcar que el rango de confort térmico en el país oscila entre los 18° y 26°, de acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC, 2018), puntualmente en lo que concierne a la eficiencia energética, se detalla la materialidad que deben ser empleada en la construcción de viviendas o edificaciones, considerando las instalaciones y la eficacia térmica; no obstante, la aplicabilidad de esta norma es deliberada. Para un ambiente confortable e higiénico, el nivel de humedad relativa no debe exceder ciertos niveles. El rango debe oscilar ente el 40 al 70% para garantizar que las condiciones sean habitables (Rodríguez, Alvarado et al., 2020).

Figura 18. Mapa de zonas climáticas del Ecuador



Fuente: Registros meteorológicos INAMHI

Pese a que la aplicabilidad de dicha norma no es imperativa, se requiere concienciar acerca de la ausencia o pérdida identitaria de gran parte de la arquitectura que se desarrolla en la zona Andina del país. Para la proyección de edificaciones que impacten de manera eficiente los recursos naturales en el transcurso de su funcionamiento, es importante tomar en cuenta el vínculo entre edificio y ambiente a la hora de reinterpretar el elemento arquitectónico.

2.2.1.2. Criterios fundamentales del confort térmico

Según señala Giraldo et al. (2021) a la hora de construir una vivienda con eficiencia térmica, se requiere considerar los siguientes elementos:

1. Análisis económico relativo a la recepción de irradiación solar, puesto que la misma suele percibirse con poca frecuencia en las zonas altas de la región andina.
2. Considerar la incorporación de elementos adicionales para la recepción de temperatura hacia espacios de la vivienda, esencialmente en el área de dormitorios.
3. Impedir que el calor acumulado en la mañana se disperse o pierda en los espacios, para ello es recomendable diseñar un sistema de cierre en el que se facilite la entrada del aire frío como por ejemplo puertas o ventanas y omitir aberturas que en varias instancias se dejan durante el proceso de construcción.
4. Considerar materiales óptimos como por ejemplo adobe, madera, bahareque, entre otros tantos.

2.2.1.3. Ambiente térmico interior

Teniendo en cuenta el criterio de Arrieta (2020) se destaca que el ambiente térmico en interiores de edificaciones está relacionado a varios factores externos e internos; entre los primeros se hace mención del microclima de la zona donde se localiza la vivienda, mismo que considerar otros aspectos como altitud, latitud y condiciones zonales. Además, se caracteriza por fenómenos climáticos entre los que se destaca la humedad, temperatura, viento, radiación, luminaria, entre otros. Estos igualmente suelen condicionar el ambiente térmico en los interiores de la edificación.

En este sentido, se entiende por ambiente término a aquellos espacios internos de una edificación que ocasionalmente están determinados por el entorno, pues comparando entre una vivienda cerca y lejos del nivel del mar, las condiciones entre ambas serán diferentes. Es lógico mencionar que las condiciones de latitud inciden también en el ambiente térmico, del mismo modo, influye la radiación solar, el viento, relieve geográfico, vegetación, etc. Es menester anticipar que el calor corporal humano igualmente incide en el fenómeno térmico de la vivienda, dado que, al llegar a una vivienda, el individuo ofrece calor a esta, obviamente en condiciones no externas (Giraldo et al., 2021).

2.2.2. Arquitectura vernácula

Con la evolución humana, el hombre pasó de habitar en cavernas a crear sus propios refugios. Este cambio se dio al desarrollar herramientas, dominar la agricultura y volverse sedentario. Así surgió la necesidad de construir viviendas adaptadas a su entorno. La arquitectura vernácula nació como respuesta a estas necesidades, usando materiales locales y técnicas transmitidas por generaciones. No fue diseñada por arquitectos, sino por las propias comunidades. Refleja la cultura, el clima y los recursos de cada región. Es una arquitectura funcional, sostenible y profundamente ligada al modo de vida de sus habitantes. Para entender el significado del término Arquitectura Vernácula, se debe remontar al significado primordial de la palabra “Arquitecto”, de origen griego arkhie tekton, significa "constructor jefe", mientras que la palabra “Arquitectura” se define como la “Ciencia de la Construcción”. Combinando la primera mitad del término, “Arquitectura”, con la palabra “Vernáculo”, derivada del latín vernaculus, que significa “nativo, indígena, doméstico”, y así se obtiene la definición de la “ciencia nativa de la construcción” (Vargas, 2021).

Definida etimológicamente como “la ciencia nativa de la construcción”, la Arquitectura Vernácula significa mucho más que su traducción etimológica. Pérez (2021) la definió como edificaciones relativos al contexto ambientas y a la disponibilidad de los recursos del lugar y que son construidos o empleados por el propietario de la edificación o por la comunidad y se hace uso de procedimientos tradicionales. Todas estas técnicas utilizadas en este tipo de arquitectura se erigen a fin de satisfacer una necesidad puntual, considerando el valor cultural, económico y forma de vida de quienes lo producen.

La durabilidad y la versatilidad son también algunas de las características de la Arquitectura Vernácula y se hacen visibles en su adaptación a diversos factores como el clima, el tipo de

materiales disponibles, las diferentes técnicas constructivas, la forma de habitar el espacio e incluso la propia economía local. Sin pasar por ciclos de modas, uno de los principales propósitos de la Arquitectura Vernácula es servir a las necesidades básicas de los diversos factores antes mencionados (Rivera y Tendero, 2021).

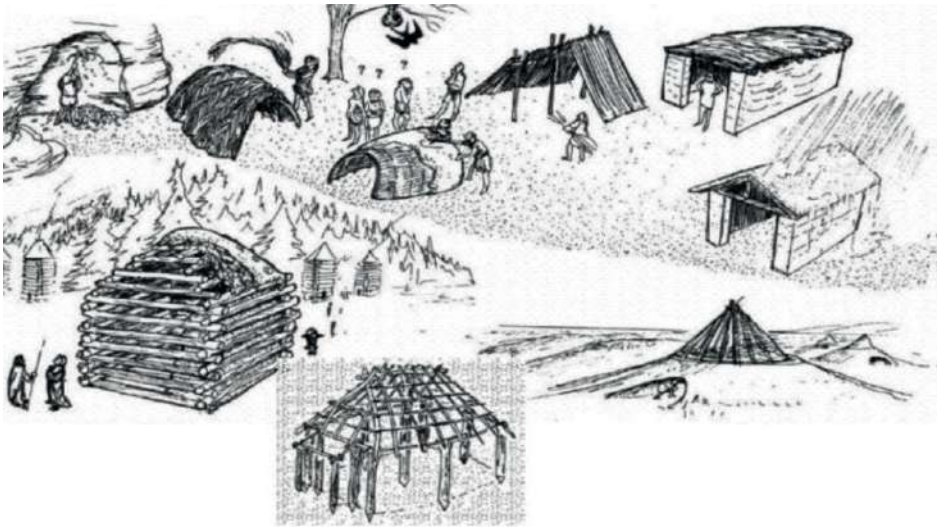
Utilizada como respuesta a las necesidades de un lugar concreto, la Arquitectura Vernácula puede considerarse "el lenguaje arquitectónico del pueblo" con sus "dialectos" étnicos, regionales y locales (Cardet et al., 2021).

La disponibilidad de materiales locales para la construcción y el conocimiento adquirido a lo largo del tiempo de las técnicas más eficientes hacen que este tipo de construcción sea rico en sostenibilidad. Aplicando materiales naturales a las técnicas de calefacción y refrigeración, es posible conseguir una mayor eficiencia térmica de forma mucho más económica, adaptando así el propio edificio al lugar donde se ubica (Rivadeneira, 2021).

Dado que la arquitectura vernácula está moldeada por el clima, la cultura, la economía local, los tipos de recursos naturales y la ubicación geográfica, es posible dividir los distintos tipos de arquitectura vernácula en función de la combinación de estos factores.

Gran parte de la influencia en la arquitectura vernácula viene determinada por el factor cultural en el que se encuentra, dejando a veces el factor climático en un segundo plano. No obstante, son muchas las culturas, prehistóricas, históricas y contemporáneas, que proporcionan información y recursos de gran riqueza sobre cómo diseñar eficazmente y proteger los edificios de las inclemencias del tiempo (Macías, 2019).

Figura 19. Dibujos de la interpretación de la vivienda primitiva y evolución según lo descrito por Vitrubio



Fuente: Gedeon (2013).

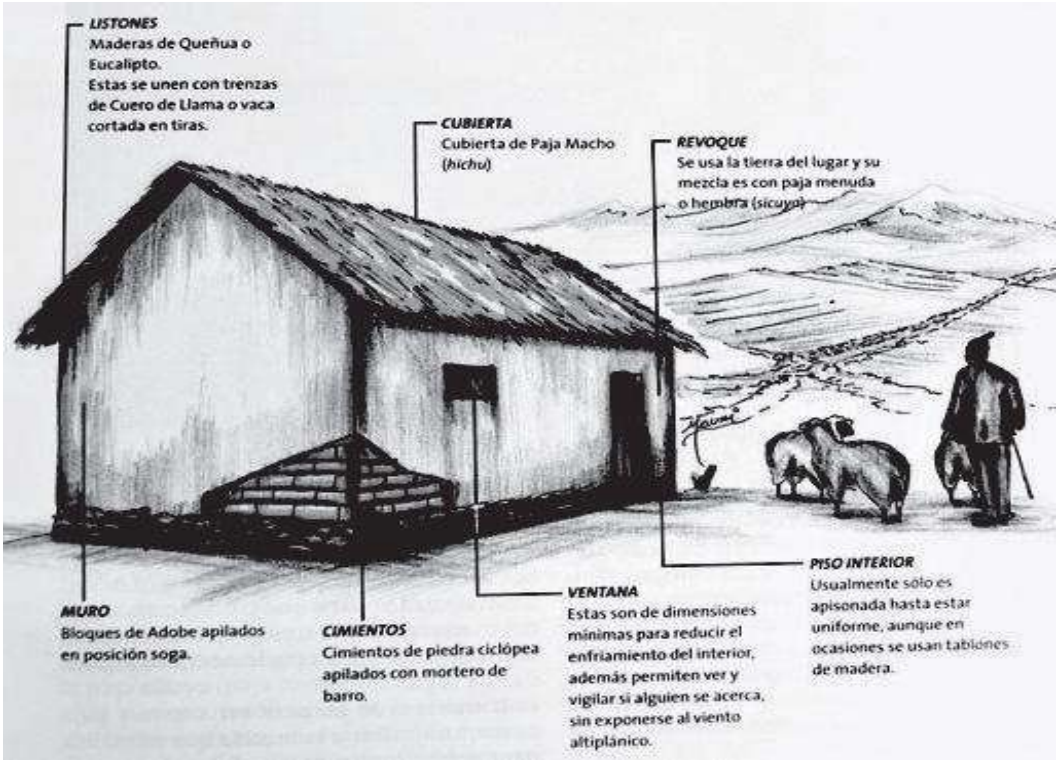
2.2.2.1. Características de la arquitectura vernácula

Las características de la arquitectura vernácula son las siguientes:

1. Su elaboración es efectuada por los moradores de la vivienda.

2. A la hora de construir se utilizan únicamente materiales propios del entorno, por lo que no existen trasformaciones de los mismos.
3. Se caracteriza por tener un diseño práctico y funcional.
4. El proceso de construcción es transmitido por generaciones.
5. Emplean herramientas básicas y sencillas.
6. El desarrollo de la construcción es proveniente de la familia y vecinos.
7. No se hace uso de planos constructivos o características técnicas, únicamente se efectúa a través de la imaginación y tradición de los diseños del lugar (Dilmé, 2020).

Figura 20. Vivienda vernácula en zonas andinas



Fuente: Revista El Diario (2015)

2.2.3. Tipología constructiva vernácula

La identidad cultural local se expresa a través de tipologías y sistemas constructivos desarrollados en función de lo que ofrece el entorno natural: condiciones geográficas, climáticas y de biodiversidad; disponibilidad y abundancia de materiales; y las condiciones necesarias para realizar actividades de subsistencia que impulsan la economía local. Además, la actividad económica que sustenta a la comunidad y su organización social influyen directamente en las características de la arquitectura vernácula (Cardet et al., 2021).

La construcción vernácula es una tipología arquitectónica cuyo proceso de diseño y construcción se transmite de padres a hijos y resulta de las condiciones naturales del lugar donde se construye y de un modelo de diseño de vivienda estándar compuesto por símbolos léxicos (como las palabras de un idioma) y no idiosincrásicos, es decir, está influenciada por

condiciones geográficas, climáticas y aspectos culturales específicos y, por ello, su manifestación se produce de forma diferenciada y única en distintas partes del mundo (Pérez, El paisaje urbano histórico y la conservación de la arquitectura vernácula en los conjuntos históricos y etnológicos, 2021).

La forma vernácula de construir desempeña un papel importante en la sociedad moderna, ya que las características bioclimáticas de los edificios son ejemplos de sostenibilidad arquitectónica (Vargas, 2021).

El uso de materiales locales, en este tipo de sistemas, es sin duda una de las características más importantes de la arquitectura vernácula. La forma en que los materiales se expresan plásticamente en los edificios es también un factor de su identidad y diferenciación regional. En términos generales, puede decirse que donde hay piedra, la gente construye con ella, donde hay poca, construye con tierra, adobe o ladrillo, madera u otros materiales vegetales (Rivera y Tendero, 2021).

Los materiales utilizados por la gente se limitaban a las propiedades geológicas del lugar donde se encontraba la construcción. Incluso en las zonas geológicas fronterizas, hay pocos casos de edificios construidos con piedra de la región vecina, ya que los escasos recursos económicos de la población les impedían acceder a materiales que no se obtuvieran localmente. Sólo las familias más ricas, o con algunos recursos económicos, podían permitirse el coste del transporte de los materiales.

Los materiales son fundamentales para la construcción y tienen un importante impacto ambiental, especialmente la mayoría de los procesados industrialmente. En este sentido, el uso de materiales locales, como se observa en ejemplos de arquitectura vernácula, tiene una serie de ventajas que conviene resumir: son materiales locales en el sentido más estricto de ámbito territorial, y no requieren transporte; requieren poca transformación y, en consecuencia, tienen baja energía incorporada y bajas emisiones de dióxido de carbono; son materiales naturales, a menudo orgánicos, biodegradables y renovables, con un ciclo de vida “de la cuna a la cuna”; su mantenimiento es bajo o poco costoso.

Otra ventaja es que la elaboración de estos materiales prioriza el uso de mano de obra y energía solar, en lugar de la energía fósil. En última instancia, promover el uso de materiales locales puede generar empleo y reforzar las economías locales. Por estas razones, los materiales y técnicas locales tienen un gran potencial para ser perfeccionados y aplicados a los edificios contemporáneos de cada región (Fernández y Revenga, 2021).

2.2.4. Técnicas de construcción vernácula

Las técnicas de construcción vernáculas son uno de los aspectos más característicos de la Arquitectura Vernácula. Procedentes de materias primas locales, los materiales de construcción vernáculos como la madera, la piedra, la tierra y la vegetación, entre otros, se elegían en función de su disponibilidad local y del tipo de clima de la zona. El objetivo era lograr una construcción robusta que proporcionara una buena calidad de vida. Con el uso de materiales locales, las construcciones adquirían formas que caracterizaban los lugares donde se ubicaban, asimilando “el contexto de los hombres y de los lugares” (Dilmé, 2020).

Al principio, el uso de técnicas y/o materiales locales fue en parte el resultado de la dificultad de transportar materiales de una zona a otra, lo que significaba que las construcciones sólo se realizaban con los materiales que se encontraban en el área circundante al lugar donde se iban a construir.

Una de las principales características del uso de materiales naturales es que, al final del ciclo de vida de un material, este puede ser reciclado y reutilizado de nuevo sin desperdiciar materiales y, en consecuencia, tener un impacto negativo en el medio ambiente (Ledesma y Rivera, 2018).

El uso de materiales autóctonos no sólo hace que los edificios sean más sostenibles, sino que también tiene varias ventajas, tanto medioambientales como socioeconómicas. En el plano medioambiental, el uso de materiales autóctonos implica un menor consumo de energía en el proceso de producción, lo que reduce las emisiones de CO2. Como estos materiales suelen ser orgánicos, pueden renovarse y reutilizarse, lo que reduce el impacto ambiental. En cuanto a los factores socioeconómicos, el uso de materiales locales permite una mayor adaptación y durabilidad, ya que ya están sujetos a las mismas condiciones climáticas que el lugar donde se aplicarán (Riofrío, 2019)ma.

Entre los más diversos materiales de construcción vernácula, se presentan algunos de los más utilizados, dando ejemplos de su aplicación, sus características y las ventajas y desventajas de su uso.

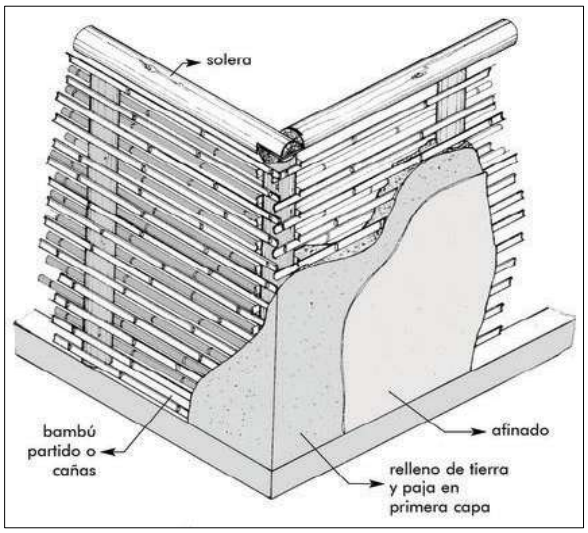
2.2.4.1. Sistema de construcción en bahareque

La materialidad empleada del bareque, ha sido considerada a lo largo del tiempo (inclusive por siglos) como uno de los elementos populares y mayormente frecuentes en la construcción tradicional (Macías, 2019).

Inicialmente, el bahareque se catalogaba como un sistema constructivo constituido por rejillas de caña, y que, partiendo de la misma, es extendida de un modo manual una capa maciza de barro.

Las viviendas diseñadas con esta materialidad suelen apoyarse, generalmente, por medio del uso suplementario de horcón, así como de cubiertas elaboradas con palma entrelazada a fin de proveer una defensa climática y ambiental de habitantes en estado de vulnerabilidad. Esta técnica ha sido utilizada de forma consistente con el paso de los años; sin embargo, con el paso del tiempo, su empleo ha decrecido progresivamente, de manera especial, durante los años 50´s del siglo pasado (Montesdeoca, 2020).

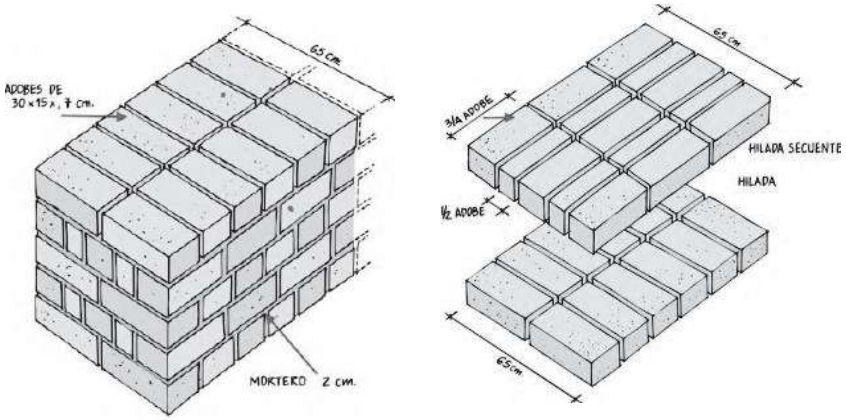
Figura 21. Detalle de la estructura del muro de bahareque



Fuente: Archdaily (2016)

2.2.4.2. Sistema de construcción en adobe

Figura 22. Detalle de la estructura del muro de adobe



Fuente: Manual para rehabilitación de viviendas en adobe (2022)

El barro es caracterizado por ser un material de construcción bastante antiguo y utilizado por varias generaciones; durante siglos, el humano ha realizado mezclas entre arena, paja y arcilla para dar lugar al desarrollo de ladrillos mismos que secados al ambiente son conocidos en otras regiones como adobes. Actualmente, son varios los países que fomentan el uso de materiales contemporáneos, costosos e inadecuados que suelen perjudicar el proyecto arquitectónico tradicional (Rivera et al., 2021).

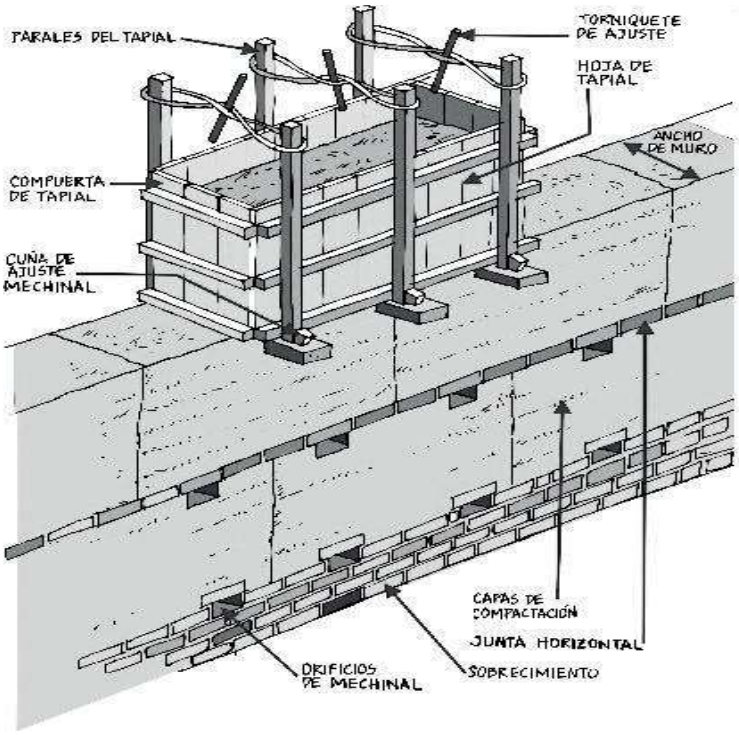
Una de las ventajas visibles del adobe es su bajo costo, este se caracteriza por ser un material adecuado para la construcción de edificaciones ya que esencialmente es económico y se genera en vastas cantidades; además, al ser mezclado con fibra provee un aislamiento térmico y

acústico, otra de sus ventajas es que tiene una funcionalidad de absorción de olores y no es atacado por el fuego. Igualmente, se expone como una pieza estimulante que otorga armonía y estética en cualquier edificación (Montesdeoca, 2020).

2.2.4.3. Sistema constructivo en Tapial

Este tipo de sistema también ha acompañado al adobe desde hace varios años e incluso siglos atrás, se diferencia en que a la hora de someter la masa a presión se evidencia una reducción de la humedad; del mismo modo, presenta una facilidad de incorporación a futuro en las paredes de la obra en desarrollo. Así también, la tierra que es compactada se utiliza de preferencia en los paños de una pared (Lara y Bustamante, 2022).

Figura 23. Detalle de la estructura del muro de tapial



Fuente: Pizarro (2021)

Este tipo de material permite la permeabilidad al vapor del agua con la misma funcionalidad del adobe, esta es su principal peculiaridad higroscópica, asimismo cumple una función difusora. Su compuesto más importante es la tierra aunado a otra materialidad denominada crin de caballo, no obstante, la paja facilita su estabilización. Cabe recalcar que es posible la incorporación de piedras que pequeñas las cuales ayudar a la obtención de un producto netamente resistente. No se sugiere cualquier tipo de tierra para el sistema constructivo de tapial, así pues, para un óptimo producto, generalmente, se incorpora cal o áridos con la intención de maximizar la resistencia en la pared.

Existe dos clases de tapial, la primera llamada real, misma que considera como material una mezcla entre cal y barro; mientras que la segunda se llama común, la cual opera únicamente con barro.

Dicha materia prima se utiliza por lo general en varios de los sistemas de construcción que emplean tierra, es por este motivo la importancia de que esta sea cernida cuidadosamente y así remover impurezas de origen vegetal, mismas que al deteriorarse ocasionan huecos o deformidades en el producto final (Montesdeoca, 2020).

2.2.5. Vivienda vernácula en Ecuador

Es parte del patrimonio actual tener casas vernáculas. Como reserva, representa un recurso valioso para el Hábitat; contiene modelos que pueden servir como sugerencias válidas para métodos de construcción apropiados. Una vez que se pongan a prueba, permitirán la implementación masiva de programas nacionales de vivienda, los cuales responden a la demanda de estética, confort y también seguridad. De esta manera, los sistemas constructivos vernáculos, los métodos de construcción y las formas tradicionales del Ecuador representan nuestra cultura. Se transmiten de generación en generación a través de la voz o "patriarca" de cada casa (Jumbo y Monteros, 2023).

Un segundo parámetro importante que se puede utilizar para analizar los hogares vernáculos ecuatorianos son los grupos étnicos. En la actualidad, en Ecuador, estos grupos están catalogados como nacionalidades indígenas. Según CODENPE (2014), Consejo para el Desarrollo de las Nacionalidades y Pueblos del Ecuador, “Nacionalidad” es definida como el conjunto de pueblos que precedieron y constituyeron la nación ecuatoriana, y que comparten una misma identidad histórica y lengua. También viven dentro de un territorio determinado y tienen su propia organización social, económica y política tradicional.

Ecuador se caracteriza por ser un país multiétnico, pluricultural y con una enorme biodiversidad. Este territorio, sin embargo, es bastante pequeño si se consideran los múltiples microclimas de las distintas regiones: Costa, Andes, Amazonía; y, finalmente, la región Insular, todas ellas con atributos geográficos y climáticas diferentes. Así pues, es posible determinar que la arquitectura nativa del Ecuador está definida por las diferentes culturas, zonas y condiciones climáticas.

Es necesario estudiar y analizar el elemento vernáculo en relación con el clima en las diferentes áreas, no desde una perspectiva global, sino a través de un minucioso análisis de respuestas arquitectónicas, como en este caso, las de los Andes. Esto se debe a que cada parte del país presenta un clima y una geografía diferente, y, por tanto, diferentes métodos de construcción.

2.2.6. Análisis del sistema constructivo vernáculo de Ecuador

Se analizan tres sistemas constructivos vernáculos del Ecuador, considerados entre los más tradicionales y representativos de la región andina del país. Estos sistemas son: el bahareque, el

adobe y el tapial, cada uno con características particulares que responden a las condiciones culturales, climáticas y materiales del entorno:

2.2.6.1. Bahareque

El bahareque fue una de las técnicas más populares para la construcción de edificaciones vernáculas debido a sus características pragmáticas con la que se puede construir en comparación con las técnicas de construcción tradicionales como el adobe, la tierra apisonada y el ladrillo.

Los pueblos indígenas de esta región han utilizado el sistema de construcción del bahareque durante miles y miles de siglos. Los puruhahes primero utilizaron la construcción con adobe, y luego adoptaron algunas técnicas de estilo inca.

Esta antigua técnica se utiliza tanto en los Andes como en la Costa, y ha superado en la antigüedad a las técnicas constructivas de Adobe y Tapial.

La técnica del bahareque es muy utilizada en las zonas rurales del país. Se utiliza una base de piedra para construir la estructura, luego se agrega un marco vertical hecho de caña. Posteriormente se vierte barro en el marco y finalmente se remata con fibras y tierra para aumentar su durabilidad (Corrales et al., 2021).

Figura 24. Esterilla de guadua, sistema constructivo de bahareque

Fuente: Archdaily (2016)

Paredes: Por lo general, los muros oscilan entre 10-15 cm, y no son estructurales. Consisten en un marco de madera sobre el que se aplica el barro.

Cimentación: Esta base soportará todo el peso del edificio. Las piedras de la base se utilizan para sostener los pilares o columnas. Antes de poder instalarlas, se le da a la piedra la forma y tamaño deseados, seguido de un orificio donde debe ir la columna.

Soleras: Sobre los cimientos se colocan elementos longitudinales de madera, llamados soleras. Estos actúan como cadenas.

Columnas o pilares de madera: Pueden ser de dos tipos diferentes, columnas de troncos con horquilla o y la segunda se denomina simple. Se utilizan en función de la capacidad financiera donde las columnas de tronco suelen tener mayor accesibilidad.

En ausencia de soleras, la columna se coloca directamente sobre la primera piedra. Para unir estos elementos se pueden utilizar espigas, que se realizan en la parte inferior de la columna y se apoyan en el orificio realizado previamente en la base de piedra. Se empleará el método de caja de espigas si ya existe un alféizar.

Vigas: Una vez que todos los elementos verticales están en su lugar, se instalan vigas, dinteles y otros componentes horizontales en los lugares donde hay numerosas juntas (Rodríguez et al., 2021).

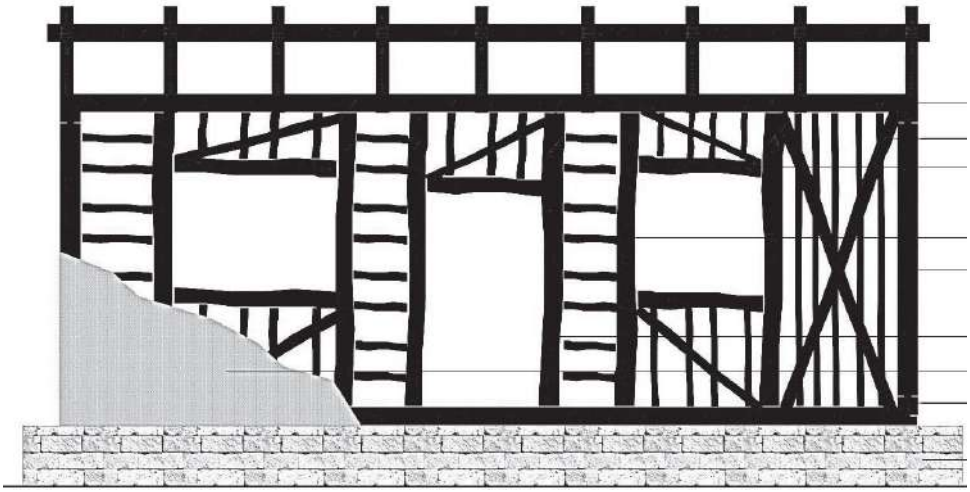
Elementos horizontales no estructurales: Están compuestos por solares y/o umbrales.

Trinquetes: Son troncos de madera colocados en ángulo, entre las columnas. Luego se colocará encima una estructura que soportará el revoque de barro.

Una característica clave del método de construcción de bahareque es la capacidad de llevar a cabo toda la estructura antes de colocar el barro.

Enchaclado: Armazón vertical utilizado para soportar el relleno de barro, por lo general construido con carrizo.

Figura 25. Alzado del sistema constructivo de bahareque



Fuente: Rivas (2017)

Ventajas de construir con bahareque

Obtención

1. La tierra es un material completamente inocuo, mientras el suelo no esté contaminado, no contiene materiales tóxicos.
2. El material es reciclable siempre que no se mezcle con otros productos fabricados por el ser humano (por ejemplo, si el cemento se utiliza en la obra de construcción, la tierra puede reciclarse de nuevo en el medio natural.

3. Se puede obtener localmente y es muy útil. Esta tierra también es útil para mezclarla con otro material local, o con materiales que mejoren sus propiedades en la mezcla, como cal, yeso, entre otros.

Económico

1. La tierra es, en este contexto, un material asequible. También es un recurso barato, o incluso gratuito, que normalmente ya está presente en el lugar donde se construye la casa.

Térmicas

1. La construcción con tierra es fácil y requiere una mínima energía. No necesita mucho transporte ni altas temperaturas. Además, se piensa que este material tiene una baja energía incorporada (Laestander, 2021).

Desventajas de construir con bahareque

Limitaciones

1. Para prolongar la vida útil de la vivienda, deberá realizarle un mantenimiento continuo, puesto que los agentes externos suelen afectar a la edificación.
2. La falta de mano de obra ha provocado el abandono de este sistema.
3. Al tener un límite de altura, los edificios altos son difíciles de construir y sus aplicaciones se limitan a determinados tipos de construcción.

Vulnerabilidad

1. Esta vulnerabilidad puede provocar la erosión del suelo y, como resultado, la desintegración del edificio.
2. A falta de material nuevo en la localidad y la salida de sus propietarios, se puede abandonar este sistema.

Fisuras y grietas

1. Hablando de los inconvenientes del enlucido de barro, se afirma que este sistema presenta muchas grietas y fisuras debido a la falta de espesor del revestimiento de yeso de las piezas de madera. El agua de lluvia puede penetrar a través de estas fisuras o grietas y hacer que el barro se vuelva quebradizo y escamoso. Se recomienda que esta técnica sólo se aplique si no existen grietas y fisuras. Se requiere control y mantenimiento. Cualquier grieta que aparezca deberá rellenarse de forma inmediata (Sempértegui, 2023).

2.2.6.2. Adobe

La construcción con adobe existe desde la época prehispánica. Hoy en día es una técnica muy versátil y se adapta bien a diferentes climas. La tierra utilizada es el material principal de este sistema constructivo. Se utiliza tanto para construir los muros de bloques de adobe, que son autoportantes, como también el mortero, que se utiliza para unir los cimientos.

El adobe se compone de bloques que se elaboran mezclando arcilla con limo o arena. También contienen fibras naturales. Esta mezcla debe dejarse reposar durante 15 días completos. Todo este tipo de materialidad son asequibles y fáciles de conseguir, por ello se le atribuye su popularidad (Brito et al., 2021).

Una de los mayores inconvenientes del adobe es la humedad. Este problema ha sido resuelto por los lugareños de este sector de forma sencilla, donde construyeron sobre cimientos, lo que evita que la humedad afecte el muro de adobe.

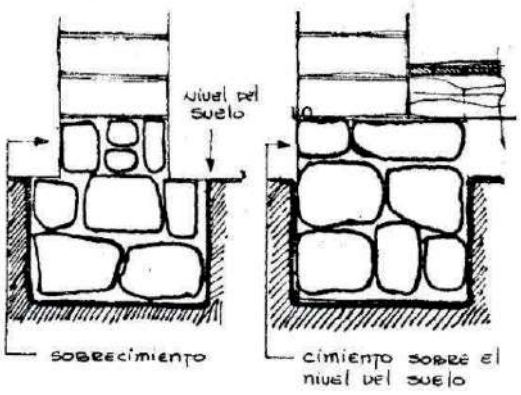
Se hace uso de una base el cual es utilizado en las paredes en forma de una tira delgada. La piedra se utiliza para construir los muros y los cimientos. Lo mejor es que venga de ríos cercanos porque son más resistentes. Si no hay río, entonces hay una cantera cerca.

Las piedras más grandes deben colocarse primero en la zanja, de modo que la superficie plana de cada piedra toque el suelo. Tras el "relleno", que es colocar las piedras en la zanja con el mortero, viene el paso final. Este mortero está hecho de arcilla o cal y además se debe saber cómo hacer esto porque, si no se coloca los cimientos correctamente, se podría provocar el colapso de la construcción.

Es importante que al menos dos o tres hileras de piedras sobresalgan del nivel de los cimientos. Esto garantiza que la humedad no dañe las paredes y que todas las juntas entre roca y roca permanezcan bloqueadas. Suelen ser de dos tipos:

1. Colocación de una superposición que sea del largo de la pared.
2. Es importante elevar la base entre 20 y 40 cm del suelo.

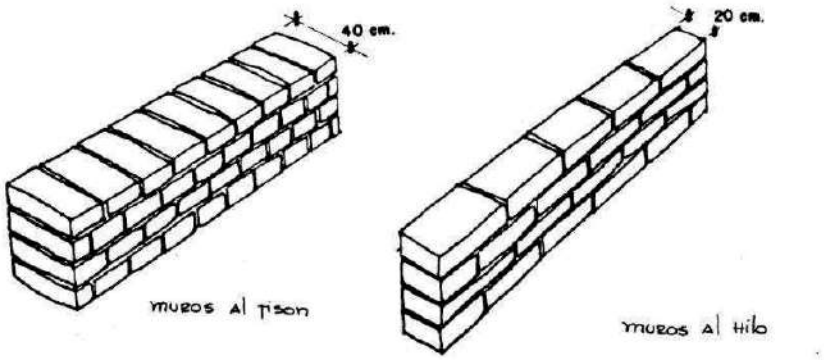
Figura 26. Cimentación en casa de adobe



Fuente: Yepez (2012)

Una vez construidos los cimientos, se da lugar al desarrollo de los muros de adobe. Este sistema constructivo se caracteriza por su confort térmico; además almacena y transfiere la radiación que la tierra absorbe durante el día a zonas del interior durante la noche. Es especialmente útil en climas montañosos como el Altiplano Ecuatoriano, donde los saltos térmicos pueden alcanzar hasta 15 grados. Por la noche, las temperaturas pueden subir hasta 2 grados o incluso 3 grados (Huanca, 2020).

Figura 27. Tipos de montaje de adobe

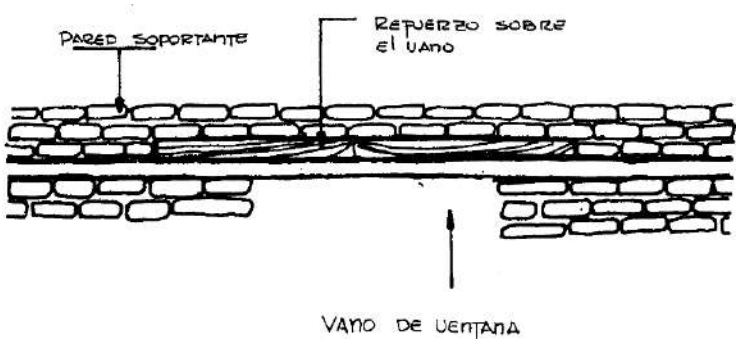


Fuente: Yepez (2012)

Para reforzar y distribuir uniformemente las fuerzas generadas por los muros de adobe, se colocan cadenas de madera a lo largo de la parte superior, generalmente a la altura de ventanas y puertas (figura 11).

Se añaden dos filas más a la pared y encima hay otro elemento de madera llamado alféizar. La finalidad de este elemento de madera es distribuir las cargas del tejado sobre la pared.

Figura 11. Dintel en vanos de casa de adobe



Fuente: Yepez (2012)

Ventajas de construir con adobe

1. El Material es más plástico.
2. El proceso de secado es más rápido que otros métodos.
3. La construcción es más rápida.
4. Se puede habitar inmediatamente después de la construcción. No es necesario esperar a que se seque.

Desventajas de construir con adobe

1. Las paredes no tienen una apariencia uniforme.
2. Los ladrillos de adobe requieren un clima seco.
3. Los bloques son susceptibles de romperse debido a la manipulación.

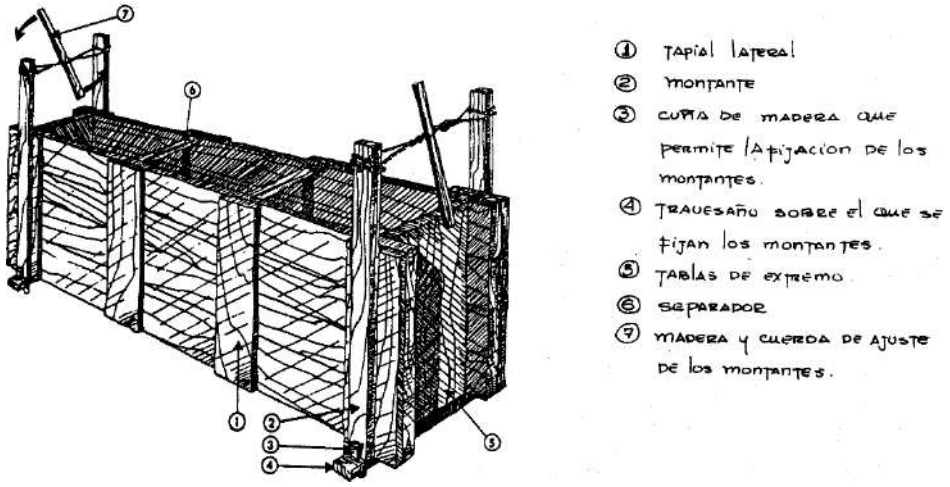
4. Para evitar la humedad es importante utilizar una buena técnica a la hora de enyesar (Sánchez et al., 2017).

2.2.6.3. Tapial

En todo el Ecuador este método de construcción es sumamente popular. Está formado únicamente por muros de tierra apisonada. Luego se coloca el techo encima. Es un método para formar estructuras monolíticas amasando y apisonando tierra en un encofrado.

Esta técnica ha sido utilizada desde tiempos prehispánicos por tribus indígenas y todavía se utiliza hoy en día, en las zonas rurales de la zona Andina. Se trata de construir estructuras portantes mediante un encofrado que da forma al terreno. Después de esto, la tierra se compacta mediante el uso de una herramienta llamada "pisón".

Figura 28. Encofrados para muros de tapial

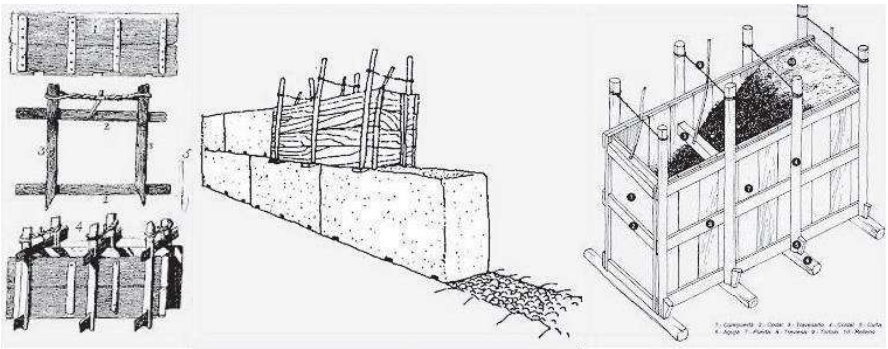


Fuente: Yepez (2012)

Este encofrado suele medir entre 60 y 80 cm de alto por 120 cm de ancho. Cada pared tiene un ancho de entre 40-60cm. Aunque pueda parecer una gran cantidad de espacio desperdiciado, el grosor es importante para crear nichos y garantizar un aislamiento óptimo.

Es necesario construir estos muros en capas. La primera capa debe secarse completamente antes que la segunda. El encofrado debe moverse horizontalmente para alisar el suelo húmedo. Es importante mantener las aberturas de puertas y ventanas pequeñas, para que no afecten la resistencia de la pared de tierra y eviten la pérdida de calor (Lara y Bustamante, 2022).

Figura 29. Construcción de muros de tapial



Fuente: Yepez (2012)

2.2.7. Propiedades térmicas

A continuación, se presentan las propiedades térmicas que una vivienda en la zona de los Andes debe considerar:

1. Humedad relativa: Es la relación relativa entre la presión parcial del agua y el vapor de agua en equilibrio a una determinada temperatura. Se basa en la presión y la temperatura en el elemento de interés. El vapor de agua en el aire produce humedades relativas más altas en el aire frío en comparación con el aire cálido.

Generalmente se expresa como porcentaje. Por ejemplo, 0%RH es lo mismo que decir que el aire está seco. El vapor se condensará para producir niebla y rocío.

Para un ambiente confortable e higiénico, el nivel de humedad relativa no debe exceder ciertos niveles. El rango debe oscilar ente el 40 al 70% para garantizar que las condiciones sean habitables. Una humedad absoluta superior al 70% indica un alto riesgo de formación de condensación. La presencia de condensación no siempre ocurre, pero puede provocar el crecimiento de hongos en el hogar. Esto es peligroso para sus habitantes (Rodríguez, Alvarado et al., 2020).

2. Temperatura interior: El ambiente térmico se refiere al espacio interior de una casa que se ve afectado por su entorno. Dado que las condiciones son diferentes para las viviendas al nivel del mar y las que se encuentran a 3500 m sobre el mar, las condiciones en la latitud influirán en este ambiente térmico. Asimismo, cabe destacar que el calor de las personas también puede influir en el comportamiento del clima térmico de una casa. Esto sucede cuando llegan al hogar y ofrecen calor al lugar, siempre que las condiciones no sean extremas (Domínguez, 2021).

3. Filtraciones de aire: Una diferencia de presión en una abertura dentro de un edificio es lo que causa la infiltración de aire. Ranuras, agujeros y rendijas son ejemplos de aberturas que permiten que el aire pase entre áreas. Esto puede ser entre espacios interiores o exteriores de la vivienda.

4. Conductividad térmica: Es la cantidad de calor que se transfiere en una dirección determinada en relación con el tiempo, la superficie y la temperatura cuando existe un gradiente igual en ambas direcciones.

Puede resumir la conductividad térmica diciendo que ciertos materiales son capaces de transmitir calor. La composición química es la que determina esto (Duarte et al., 2021).

2.2.8. Parroquia San Andrés

A continuación, se presentan una serie de tablas que recogen información relevante sobre distintos aspectos sociodemográficos de la población. Estos datos incluyen niveles de educación, características de las viviendas, composición de los hogares y tipos de vivienda. El análisis de esta información permite comprender mejor las condiciones de vida y el contexto social de la población estudiada, lo cual resulta fundamental para cualquier estudio relacionado con el hábitat y la arquitectura vernácula.

2.2.8.1. Datos sociodemográficos de San Andrés

a. Población total

Tabla 1. Número total de personas en San Andrés

Número total de personas	Hombres	Mujeres
13,154	6,191	6,963

Fuente: CENSO (2022)

En la parroquia de San Andrés, del cantón Guano, provincia de Chimborazo, la población total es de 13,154 personas, dividida en 6,191 hombres y 6,963 mujeres. Esto muestra una ligera predominancia femenina, lo cual puede influir en políticas locales orientadas a la equidad de género y la planificación de servicios públicos.

Tabla 2. Grupos quinquenales de edad

Grupos quinquenales de edad	Número total de personas	Sexo al nacer	
		Hombres	Mujeres
Total San Andrés	13,154	6,191	6,963
De 0-4	940	474	466
De 5-9	1,109	588	521
De 10-14	1,279	624	655
De 15-19	1,352	696	656
De 20-24	1,160	560	600
De 25-29	1,004	443	561
De 30-34	932	416	516
De 35-39	925	408	517
De 40-44	779	325	454

De 45-49	677	314	363
De 50-54	649	294	355
De 55-59	534	244	290
De 60-64	462	203	259
De 65-69	376	179	197
De 70-74	296	134	162
De 75-79	316	143	173
De 80-84	194	87	107
85 o más	170	59	111

Fuente: CENSO (2022)

La distribución por edad revela que los grupos con mayor población son los jóvenes de 15-19 años (1,352 personas) y los niños de 10-14 años (1,279 personas), lo que indica una población joven. Las personas mayores de 65 años constituyen una minoría significativa, representando una pequeña proporción del total.

b. Educación

Tabla 3. Condición de alfabetismo y analfabetismo

Número total de personas de 15 años o más	**Condición de analfabetismo**					
	Alfabeta			**Analfabeta**		
	Sexo al nacer			**Sexo al nacer**		
	Hombres	**Mujeres**	**N° de personas analfabetas**	**Hombres**	**Mujeres**	**N° de personas analfabetas**
9,826	4,227	4,672	8,899	278	649	927

Fuente: CENSO (2022)

La mayoría de la población es alfabeta (8,899 personas), pero hay un total de 927 personas analfabetas, predominando las mujeres (649 frente a 278 hombres). Esto refleja una posible necesidad de programas de alfabetización dirigidos especialmente a mujeres para reducir esta brecha educativa.

c. Viviendas

Población en viviendas particulares por condición de pobreza

Tabla 4. Grupos quinquenales de edad en viviendas particulares

Grupos quinquenales de edad	Número total de personas en viviendas particulares	Condición de Pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas NBI			
		No pobres		Pobres	
		Sexo al nacer		Sexo al nacer	
		Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
De 0-4	940	190	187	284	279
De 5-9	1,109	244	227	344	294
De 10-14	1,279	275	290	349	365
De 15-19	1,352	291	279	405	377
De 20-24	1,160	262	276	298	324
De 25-29	1,004	219	247	224	314
De 30-34	932	207	236	209	280
De 35-39	925	200	238	208	279
De 40-44	779	158	220	167	234
De 45-49	677	160	179	154	184
De 50-54	649	138	163	156	192
De 55-59	534	124	147	120	143
De 60-64	462	109	109	94	150
De 65-69	376	82	88	97	109
De 70-74	296	58	64	76	98
De 75-79	316	54	54	89	119
De 80-84	194	24	33	63	74
85 o más	170	18	43	41	68

Fuente: CENSO (2022)

La población se divide de manera casi equitativa entre pobres (7,261 personas) y no pobres (5,893 personas), destacando que la mayoría de los pobres son mujeres (3,883 frente a 3,378 hombres).

d. Hogares por composición del NBI

Tabla 5. Condición de Pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas NBI

Número total de hogares	Condición de Pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas NBI						
	No pobres	Pobres					
		Composición de la pobreza por NBI					
		Pobre solo por dependencia económica	Pobre solo por no asistencia a clases de niños en edad escolar	Pobre solo por características físicas inadecuadas de la vivienda	Pobre solo por no disponibilidad de servicios básicos de la vivienda	Pobre solo por estado de hacinamiento del hogar	Pobre por carencia en dos o más componentes
4,101	1,753	101	13	37	1,545	50	602
4,101	1,753	101	13	37	1,545	50	602

Fuente: CENSO (2022)

De los 4,101 hogares, 1,753 no están en condiciones de pobreza, mientras que 2,348 hogares enfrentan diferentes formas de pobreza, la mayoría por carencias en más de un componente. La dependencia económica y la falta de servicios básicos en las viviendas son las principales causas de pobreza, indicando áreas específicas para intervenciones gubernamentales.

e. Tipología de vivienda (particulares y colectivas) y condición de ocupación

Tabla 6. Viviendas particulares y colectivas según ocupación

N° de viviendas	Tipo de vivienda								
	Viviendas particulares						Viviendas colectivas		
	Ocupada con personas presentes	Ocupada con personas ausentes	De temporada o vacacional	Desocupada	En construcción	Total viviendas particulares	Con residentes habituales	Sin residentes habituales	Total viviendas colectivas
6,231	3,870	27	1,524	570	227	6,218		13	13

Fuente: CENSO (2022)

La mayoría de las viviendas son ocupadas por personas presentes (3,870 viviendas), pero un número considerable (1,524 viviendas) están ocupadas por personas ausentes, lo que podría señalar migración o la tenencia de segundas propiedades. Esto podría tener implicaciones para la planificación urbana y el manejo de recursos locales.

f. Tipo de vivienda particular

Tabla 7. Viviendas particulares

Número total de viviendas particulares	**Tipo de vivienda**							
	Casa o villa	Departamento en casa o edificio	Cuarto/s en casa de inquilinato	Mediagua	Rancho	Covacha	Choza	Otra vivienda particular
6,218	5,044	64	27	1,006	7	15	49	6

Fuente: CENSO (2022)

Tipo de vivienda predominante: La mayoría de estas viviendas son casas o villas (5,044), lo que refleja una estructura habitacional típica en áreas rurales o semiurbanas donde las casas unifamiliares predominan.

Otras categorías de vivienda: Aunque la mayoría son casas, hay una minoría significativa de cuartos en inquilinato (1,006), lo que indica una presencia de viviendas compartidas, posiblemente asociadas a familias de menores ingresos o áreas más densas.

Condiciones precarias: Un pequeño número de viviendas (27 mediaguas, 15 covachas, y 49 chozas) sugiere la existencia de sectores con condiciones de vida más precarias.

g. Materiales predominantes

Techo

Tabla 8. Material predominante del techo

Material predominante del techo	**Número total de viviendas particulares ocupadas**	**Tipo de vivienda**							
		Casa o villa	Departamento en casa o edificio	Cuarto/s en casa de inquilinato	Mediagua	Rancho	Covacha	Choza	Otra vivienda particular
Total San Andrés	3,897	3,428	44	27	375	5	3	12	3
Hormigón (losa, cemento)	1,711	1,655	38	18					
Fibrocemento, asbesto (eternit, eurolit)	1,394	1,161	4	4	224	1			
Zinc, aluminio (lámina o plancha metálica)	599	456	2	3	132	4	2		
Teja	177	156		2	19				
Palma, paja u hoja	12							12	

Otro material	4	1	3

Fuente: CENSO (2022)

En San Andrés, el material predominante en techos es el fibrocemento, seguido de losa de hormigón. La mayoría de las paredes están construidas de ladrillo o bloque. Estos datos muestran un nivel moderado de desarrollo en la construcción, con algunas viviendas que aún utilizan materiales menos duraderos como adobe.

Paredes

Tabla 9. Material predominante paredes

Material predominante de las paredes exteriores	**Número total de viviendas particulares ocupadas**	**Tipo de vivienda**							
		Casa o villa	**Departamento en casa o edificio**	**Cuarto/s en casa de inquilinato**	**Mediagua**	**Rancho**	**Covacha**	**Choza**	**Otra vivienda particular**
Total San Andrés	3,897	3,428	44	27	375	5	3	12	3
Hormigón	281	264	5	6	6				
Ladrillo o bloque	3,529	3,105	39	20	361			4	
Panel prefabricado (yeso, fibrocemento, etc)	40	37		1	2				
Adobe o tapia	21	15			1			5	
Madera	20	7			5	5	1	2	
Otro material	6						2	1	3

Fuente: CENSO (2022)

Ladrillo o bloque como material principal: Las paredes de 3,529 de las 3,897 viviendas ocupadas están hechas de ladrillo o bloque, lo que refleja una construcción resistente y moderna en la mayoría de las viviendas.

Uso de materiales menos duraderos: Aunque son una minoría, algunas viviendas están construidas con adobe, madera o paneles prefabricados. Estas viviendas (alrededor de 87 viviendas en total) pueden ser más vulnerables a desastres naturales o tener una vida útil más corta.

Viviendas de hormigón: 281 viviendas tienen paredes de hormigón, lo que sugiere un nivel más alto de resistencia y durabilidad en estas estructuras.

Piso

Tabla 10. Material predominante piso

Estado del piso	N° de viviendas particulares ocupadas	Tipo de vivienda							
		Casa o villa	Departamento en casa o edificio	Cuarto/s en casa de inquilinato	Mediagua	Rancho	Covacha	Choza	Otra vivienda particular
Total San Andrés	3,897	3,428	44	27	375	5	3	12	3
Bueno	1,293	1,174	28	13	76		1		1
Regular	2,160	1,926	16	12	196	3	1	4	2
Malo	444	328		2	103	2	1	8	

Fuente: CENSO (2022)

La condición de los pisos refleja que la mayoría son considerados regulares, lo que podría indicar la necesidad de mejoras en las viviendas para asegurar un ambiente más adecuado para las familias.

h. Viviendas particulares ocupadas por tipo de vivienda y número de hogares en la vivienda

Tabla 11. Tipo de vivienda y número de hogares en la vivienda

N° de hogares en la vivienda	N° total de viviendas particulares ocupadas	Tipo de vivienda							
		Casa o villa	Departamento en casa o edificio	Cuarto/s en casa de inquilinato	Mediagua	Rancho	Covacha	Choza	Otra vivienda particular
Total San Andrés	3,897	3,428	44	27	375	5	3	12	3
1 hogar	3,730	3,276	40	25	366	5	3	12	3
2 hogares	138	126	3	1	8				
3 hogares o más	29	26	1	1	1				

Fuente: CENSO (2022)

Viviendas unifamiliares predominantes: De las 3,897 viviendas ocupadas, 3,730 están ocupadas por un solo hogar, lo que sugiere que la mayoría de las viviendas no están densamente habitadas, reflejando una tendencia a la vivienda unifamiliar.

Mínima presencia de hogares múltiples: Solo 138 viviendas tienen dos hogares, y 29 tienen tres o más, lo que muestra que el hacinamiento no es un problema significativo en la mayoría de las viviendas.

i. Hogares por número de personas por cuarto exclusivo para dormir

Tabla 12. Hogares por número de personas por cuarto exclusivo para dormir

Condición de tenencia de la vivienda	Número total de hogares	Número de personas por cuarto exclusivo para dormir				
		Hogares con 0 cuartos	1 persona por cuarto o menos	Más de 1 y hasta 3 personas por cuarto	Más de 3 y hasta 5 personas por cuarto	Más de 5 personas por cuarto
Total San Andrés	4,101	86	1,543	2,331	130	11
Propia y totalmente pagada	2,530	30	1,029	1,408	57	6
Propia y la están pagando	203		70	125	7	1
Propia (regalada, donada, heredada o por posesión)	221	6	105	103	6	1
Arrendada/anticresis	243	15	53	154	20	1
Prestada o cedida (no paga)	880	35	275	531	38	1
Por servicios	24		11	10	2	1

Fuente: CENSO (2022)

De los 4,101 hogares, la mayoría tiene más de una persona por cuarto para dormir (2,331), lo que podría sugerir hacinamiento en una proporción significativa de la población. Este indicador es clave para entender las condiciones de vida y diseñar políticas de vivienda más adecuadas.

2.2.9. Factores climáticos

El clima se define como las variaciones de temperatura, humedad, presión atmosférica y viento además de las precipitaciones. Esta información se puede utilizar para planificar el desarrollo, y especialmente para actividades que necesitan condiciones ambientales específicas y predeterminadas.

San Andrés goza de condiciones climáticas idóneas para sustentar la actividad agrícola y ganadera en sus áreas entre 3000-3600m sobre el nivel del mar. Sin embargo, también hay alteraciones del clima y el calentamiento global que afectan a la parroquia. Por ejemplo, sequías o heladas que, aunque parcialmente superadas por los vecinos, en muchas ocasiones han ido en detrimento de la sostenibilidad de la zona. (PDOT San Andrés, 2019).

2.2.9.1. Temperatura

La parroquia de San Andrés se caracteriza por una variedad de climas, que puede calificarse como mesotérmico, semihúmedo o ecuatorial de alta montaña y nival. Esta es la razón por la cual su temperatura puede variar desde 6° hasta 14°C. La temperatura media durante el año es de 11,1ºC (PDOT, 2019).

Tabla 13. Descripción factores climáticos, temperatura

Factores / Descripción		
	Temperatura	**Piso climático**
ZONA I	6°-8°	Ecuatorial alta montaña
ZONA II	8°-10°	Ecuatorial alta montaña
ZONA III	10°-12°	Ecuatorial alta montaña
ZONA IV	10°-12°	Ecuatorial mesotérmico semi-húmedo
ZONA V	12°-14°	Ecuatorial mesotérmico seco

Fuente: PDOT (2019)

Es necesario manifestar que la comunidad de Sigsipamba se localiza en la zona climática III, con una temperatura entre 10°-12° y caracterizado por ser un piso ecuatorial de alta montaña.

2.2.9.2. Precipitación

Se evidencia dos temporadas de lluvia, entre octubre y noviembre. La precipitación media anual oscila entre 500 y 1.000 mm.

La precipitación anual varía en sus distintas zonas de pisos climáticos, por lo que se ha elaborado una tabla para determinar sus condicionantes climáticas variables (PDOT, 2019).

Tabla 14. Descripción factores climáticos, precipitación.

Factores / Descripción		
	Precipitación	**Piso climático**
ZONA I	750-1000	Ecuatorial alta montaña
ZONA II	750-1000	Ecuatorial alta montaña
ZONA III	500-750	Ecuatorial alta montaña
ZONA IV	500-750	Ecuatorial mesotérmico semi-húmedo
ZONA V	0-500	Ecuatorial mesotérmico seco

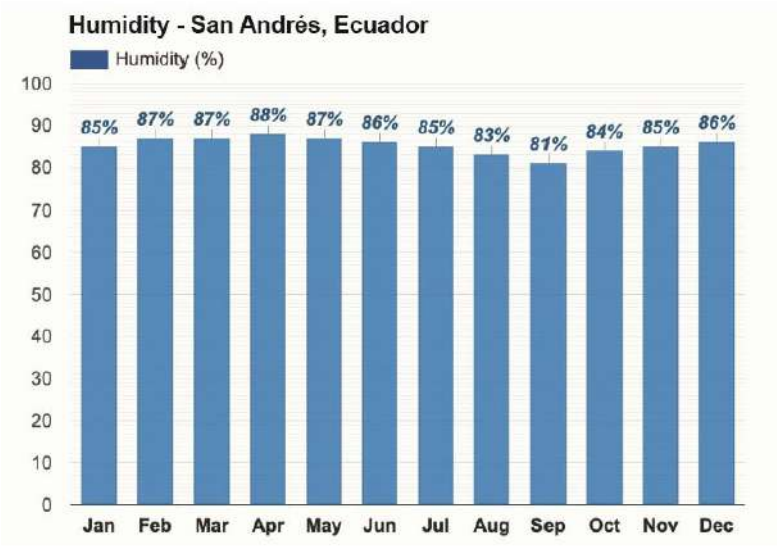
Fuente: PDOT (2019)

En lo que se refiere a la precipitación, la comunidad de Sigsipamba al ubicarse en la zona III, presenta una presipitación entre 500-750.

2.2.9.3. Humedad

San Andrés presenta un clima tropical con un clima oceánico húmedo. Llueve todo el año, excepto unos 18 días. La humedad promedio en la parroquia es del 86% (PDOT, 2019).

Figura 30. Gráfica de niveles de comodidad de la humedad en San Andrés.



Fuente: Weather Atlas (2024)

2.2.9.4. Velocidad y dirección del viento

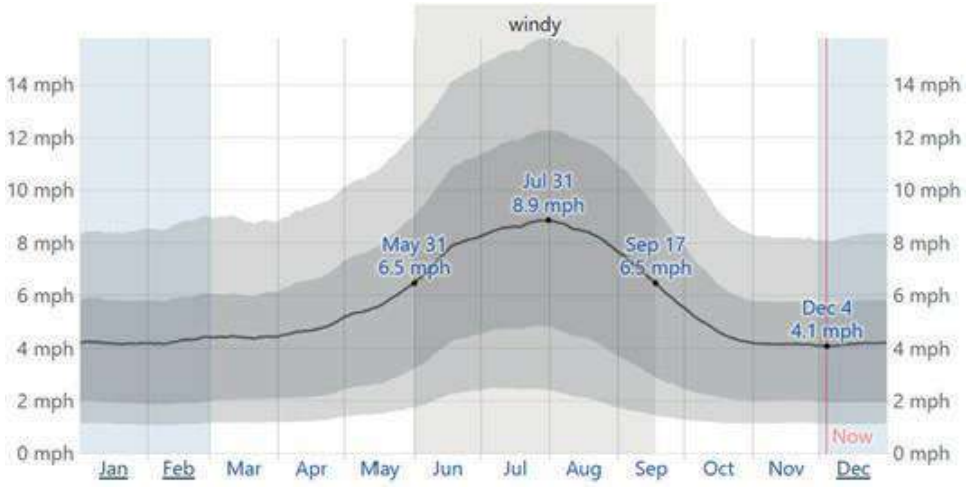
Este párrafo efectúa un análisis sobre la velocidad y dirección promedio (por hora) del viento en un área de 10 metros. Es importante tener en cuenta que el viento en un lugar determinado depende de la topografía local y de otros aspectos. Además, la velocidad y la dirección del viento pueden cambiar más rápidamente que el promedio por hora.

Pobladores de la parroquia San Andrés confirman que los vientos son moderados en general. Se evidencia la existencia de viento moderado-fuerte entre los meses de agosto y octubre (Pucha, 2016).

La velocidad media del viento supera los 6 kilómetros por hora durante los meses más ventosos del año, que duran del 31 de mayo al 17 de septiembre. La temporada más ventosa en San Andrés es del 31 de mayo al 17 de septiembre, cuando la velocidad media del viento por hora supera los 6,5 kilómetros.

Entre el 17 de septiembre y el 31 de mayo es el momento de mayor calma. San Andrés experimenta las condiciones más tranquilas en noviembre. La velocidad media del viento por hora es de sólo 4,2 kilómetros.

Figura 31. Gráfica de velocidad promedio del viento en San Andrés



Fuente: Weather Spark (2023)

2.2.9.5. Radiación solar

La duración del día en San Andrés no cambia mucho durante todo el año. Queda entre 12 minutos y 13 horas. El día más corto de 2023 es el 21 de junio con solo 12 horas y 2 minutos de luz. El día más largo será el 21 de diciembre con 13 horas de luz (Weather Spark, 2023).

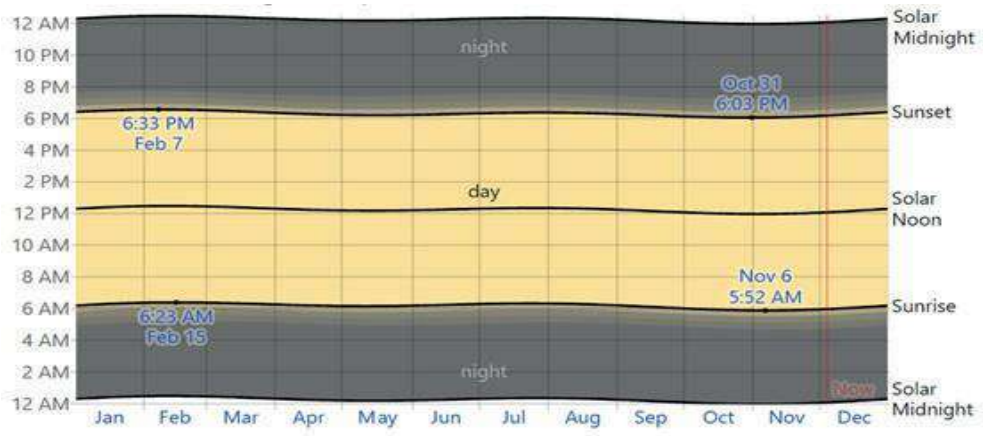
Figura 32. Gráfica de horas de luz natural y crepúsculo en San Andrés.

Fuente: Weather Spark (2023)

Solsticios y equinoccios

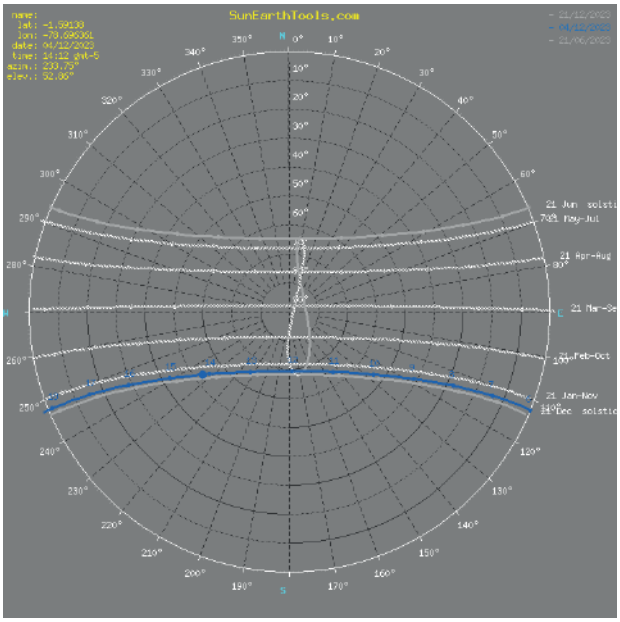
El primer amanecer del año es a las 5:30 del 6 de noviembre. Y le sigue una puesta de sol 30 minutos más tarde. Son las 6:23 de febrero. La primera puesta de sol es a las 6:00 p.m. 31 de octubre y lo último es 31 minutos después, a las 18:33 horas. 7 de febrero (Weather Spark, 2023).

Figura 33. Gráfica de salida del sol y puesta el sol con crepúsculo en San Andrés



Fuente: Weather Spark (2023)

Figura 34. Gráfica de solsticios y equinoccios de San Andrés



Fuente: SunearthTools (2023)

2.2.10. Software "Revit Insight"

Insight es un recurso que permite el análisis energético y ambiental, incorporado en Autodesk Revit, como parte del conjunto de programas diseñados para el modelado de información de edificios (BIM). Su función principal es evaluar y mejorar el rendimiento energético de los edificios en las etapas iniciales del proceso de diseño. Esta herramienta facilita

a arquitectos, ingenieros y diseñadores la toma de decisiones fundamentadas en aspectos como el consumo energético, la eficiencia térmica y otros elementos vinculados a la sostenibilidad en la edificación.

Ventajas:

- Toma de decisiones fundamentadas: Insight proporciona datos analíticos que permiten a los diseñadores realizar elecciones más acertadas en relación con el diseño sostenible.
- Optimización de la eficiencia energética: Esta herramienta capacita a los diseñadores para mejorar el rendimiento energético de una edificación desde las fases iniciales del proceso de diseño.
- Adherencia a regulaciones: Contribuye al cumplimiento de las normativas energéticas y ambientales, asistiendo a los proyectos en la consecución de estándares de sostenibilidad como LEED.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de Investigación

La investigación es de tipo cualitativa, facilitando la comprensión y explicación de un determinado fenómeno, siendo en este caso el confort térmico en la Comunidad de Sigsipamba. Así este tipo de investigación permite la recolección y evaluación de datos no estandarizados, donde se utiliza una muestra relativamente pequeña y poco representativa con el propósito de comprender profundamente sus criterios. Los resultados que se obtengan a partir del mismo son interpretados en virtud de su contexto, además que su representación no se efectúa de forma cuantitativa.

3.2. Diseño de Investigación

Esta investigación presenta un diseño de investigación descriptivo, dado que se detalla de forma exhaustiva el problema de confort térmico en las viviendas de la comunidad de Sigsipamba, para ello se utiliza un método de recolección cualitativo (observación) el cual permite obtener información y datos contundentes, para posteriormente plantear una propuesta de solución según sea el caso.

3.3. Técnicas de recolección de datos

La técnica de recolección de datos para este caso es la observación, el cual está conformada por una ficha de observación misma que permite obtener información importante de las viviendas como tipo de construcción, estado de la vivienda, causas disconfort térmico, materialidad de la vivienda, percepción térmica dentro de la vivienda, temperaturas en interiores y exteriores.

3.4. Población de estudio y tamaño de muestra

En lo que se refiere a la población, para este estudio se seleccionaron un total de 3 viviendas localizadas en la comunidad de Sigsipamba. Al ser una muestra pequeña no se requiere de fórmula muestral.

Las viviendas presentan un sistema de construcción vernáculo:

- Vivienda 1: Construcción en adobe
- Vivienda 2: Construcción en piedra
- Vivienda 3: Construcción en piedra y bahareque

Las variables y criterios de cada vivienda se realizaron a través de los siguientes aspectos:

Se tomaron tres viviendas andinas con sistema constructivo vernáculo de la Comunidad de Sigsipamba, cada una con distinta tecnología constructiva: de adobe, bahareque y piedra, para

así tener un mayor factor analítico y de interpretación; de igual manera, esto generó una amplia posibilidad de variación a la hora de comprender la problemática de este trabajo. A pesar de que existen investigaciones, que se realizan con un caso de estudio, se cree que se requiere de mayor información para sacar conclusiones claras.

3.5. Métodos de análisis

Como se manifestó en líneas anteriores, la ficha de observación permitió recolectar información acerca de las viviendas. Del mismo modo, se utilizó un dispositivo meteorológico para el análisis de la temperatura interior y exterior de la vivienda, además, esto también sirvió para obtener información sobre la humedad relativa. Finalmente, a través del programa informático Revit insight se realizó el análisis térmico de forma computarizada.

Para determinar el programa informático se realizó una comparación con otros softwares de características similares, lo que permitió obtener un programa basado en las necesidades de la presente investigación. A continuación, la tabla de selección:

Tabla 15. Características y selección del Software

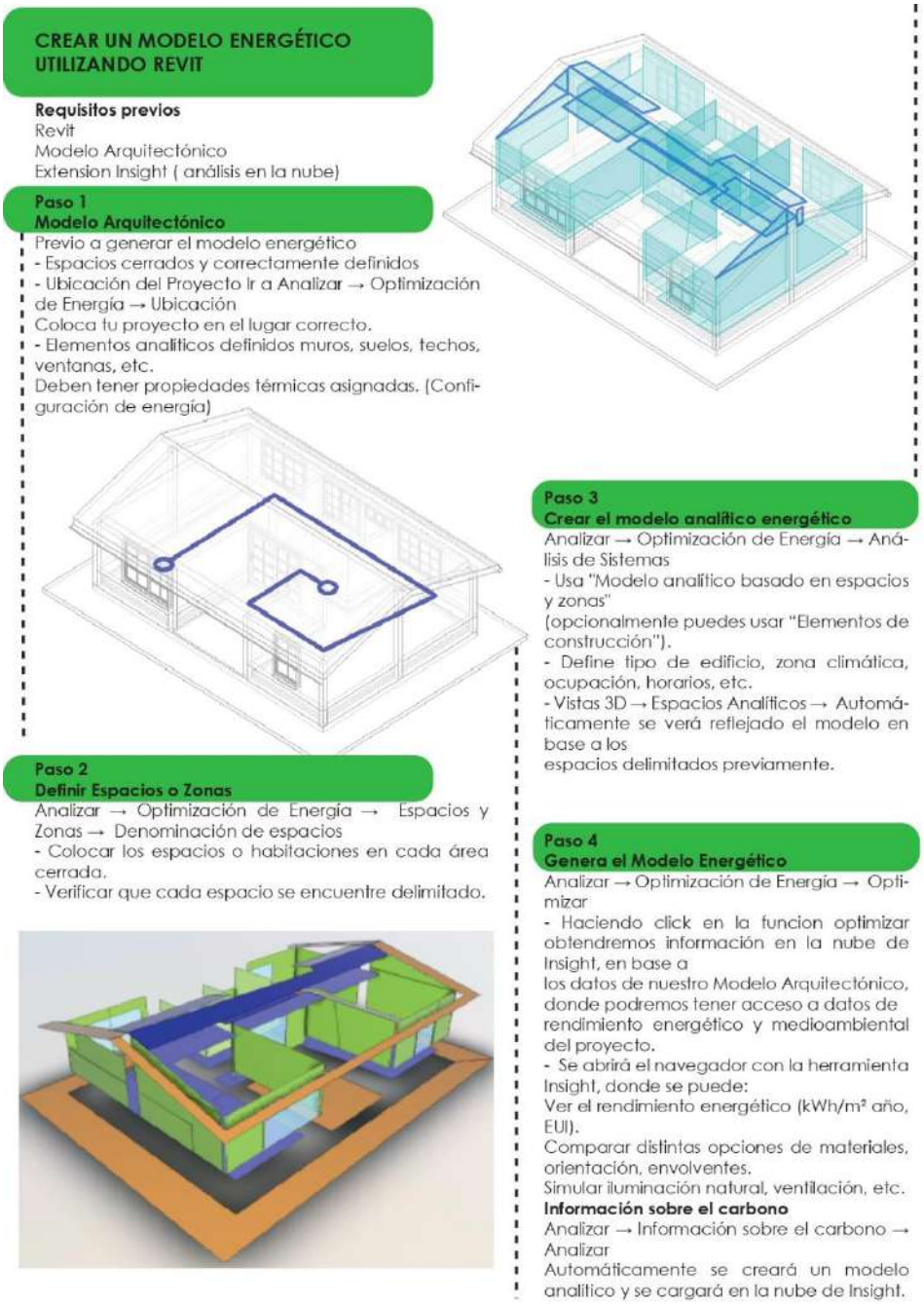
Características	**SOFTWARE**							
	Designbuilder	Energy plus	Revit Insight	Enercad	Ecotect	ESP-r	Solacalc	Geosol
Software de dominio público			x			x		x
Licencia estudiantil			x		x			
Compatibilidad con Autodesk	x		x		x			
Compatibilidad motores de cálculo	x		x		x			
Interfaz	x		x	x	x	x	x	x
Simulación	x	x	x	x	x	x	x	x
Diseño	x		x	x	x	x	x	
Base de datos meteorológicos	x		x	x	x	x	x	

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Revit Insight proporciona licencias para estudiantes, facilitando así su uso en el proceso de formación académica enfocado en el diseño arquitectónico y la sostenibilidad. Este software está plenamente integrado dentro del ecosistema de Autodesk, lo que asegura su compatibilidad con herramientas como Revit, dirigidas a la simulación y análisis energético. Tal integración favorece un flujo de trabajo fluido entre el modelado de información de edificios (BIM) y la evaluación del rendimiento energético. Además, es compatible con múltiples motores de cálculo, permitiendo la utilización de diversos algoritmos para llevar a cabo simulaciones energéticas y análisis de eficiencia térmica, lo que resulta en datos precisos fundamentados en variadas condiciones.

Revit Insight se presenta como una herramienta robusta dentro del ámbito de Autodesk, ofreciendo licencias educativas, una integración completa con Revit y la capacidad para gestionar simulaciones energéticas a través de distintos motores de cálculo. Estas características lo posicionan como una alternativa idónea para los diseñadores que desean optimizar el rendimiento energético de las edificaciones desde las primeras fases del proceso de diseño.

Figura 35. Modelo energético utilizando REVIT



Fuente: Veloz Bryan (2025)

3.6. Procesamiento de datos

En primera instancia, se efectuaron salidas de campo hacia las tres viviendas consideradas como muestra. Una vez allí se realizó el levantamiento de información a través de la ficha de observación. Posterior a ello, se fotografió el lugar considerando espacios interiores y exteriores.

A continuación, se levantaron los planos arquitectónicos de las tres viviendas. Por medio del dispositivo meteorológico fue factible obtener información sobre la temperatura y la humedad relativa en los espacios interiores. Finalmente, el software Revit insight permitió llevar a cabo un adecuado análisis térmico de las tres viviendas.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Espacios a analizar

En la Comunidad de Sisgsipamba existen 8 viviendas de tipología vernácula con distintos materiales autóctonos y técnicas ancestrales. Se realizó una ficha de observación en donde se pudo seleccionar las viviendas idóneas para el análisis térmico.

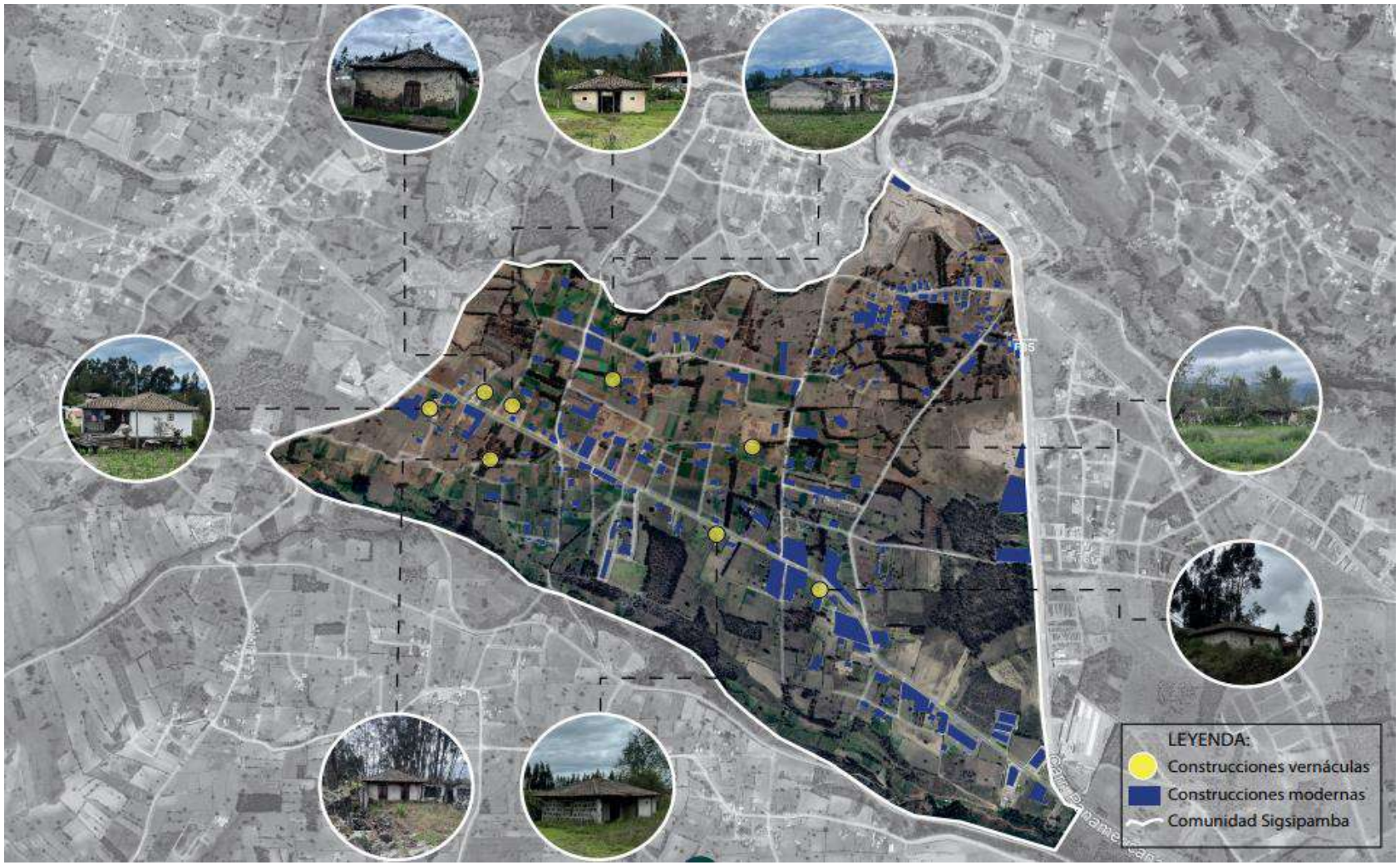
Entre los criterios de selección de las viviendas, el aspecto principal fue la obtención de edificaciones con diferente materialidad y tipología; de este modo, los cálculos y comparaciones entre las tres presentan diferente interpretación y análisis. Para ello, se consideró lo siguiente:

1. Ubicación: Las viviendas que son objeto de estudio se encuentran emplazadas desde una perspectiva diferente según su orientación.
2. Vientos: En lo que se refiere a la disposición de los vanos, estas presentan distintas direcciones por lo que el viento actúa de una forma disímil en cada edificación.
3. Soleamiento: El recorrido solar suele diferenciarse en cada vivienda.
4. Accesibilidad: Se tuvo la apertura necesaria por parte de los propietarios de la vivienda, de esta manera fue factible obtener los respectivos datos y desarrollar los resultados.

El tener variedad en la orientación de las casas no afecta de ninguna manera a los cálculos de la investigación, ya que lo importante es saber el resultado que se obtendrá la comparación entre cada vivienda de adobe, piedra y bahareque, para saber qué construcción presenta un mejor desempeño en términos de confort térmico.

Como se ha manifestado en líneas anteriores, se observan 8 viviendas de estilo vernáculo de las cuales 3 de ellas han sido tomadas para el desarrollo de este estudio, basado en su accesibilidad, estilos constructivos y porque se encuentran habitados en su totalidad. En la Figura 36 se observa el mapa de tipología de la vivienda.

Figura 36. Mapa de tipología de la vivienda



Fuente: Veloz Bryan (2024)

Figura 37. Mapa de viviendas seleccionadas

Fuente: Veloz Bryan (2024)

4.1.1. Vivienda N° 1

Construcción en Adobe

Descripción

- Área de construcción: 51.36m²
- Espacio interior: 2 dormitorios, sala, comedor, cocina y baño.
- Muros de adobe revestidos con pintura de agua (espesor 0.4m)
- Puertas con materialidad de madera cuyas medidas son 1m de ancho y 1.80m de alto.
- Ventanas fijas de madera de distintas medidas
- Piso de madera, tablas de 0.15m de ancho y espesor de 0.03m
- Cubierta cruzada a 4 aguas con pendiente de 35% de estructura de madera y tejas de cerámica, con aleros de 0.50m.

Figura 38. Vivienda de adobe

Fuente: Veloz Bryan (2024)

Ficha de observación

Tabla 16. Ficha de observación vivienda 1

Fecha	15/06/2024	**Propietario**	Sr. Juan Agaradovay	**N° de personas que residen**	3	**N° de habitaciones**	2	**Tipo de vivienda**	Vernácula

Tipo de construcción		**Tiempo día**		**Tiempo noche**		**Estado de la vivienda**		**Causas disconfort térmico**	
Autoconstrucción	X	Soleado	X	Despejado		Bueno		Clima	X
		Nublado		Nublado	X	Regular	X	Tipo de construcción	X
Asesoramiento técnico		Lluvioso		Lluvioso		Malo		Otro	

MATERIALIDAD DE LA VIVIENDA

Predominante de las paredes		**Predominante de los pisos**		**Predominante en los techos**		**Predominante en ventanas**		**Cantidad de vanos**	
Ladrillo o Bloque		Tierra		Planchas de calamina		Madera	X	Vanos para ventanas	5
Carrizo con bahareque		Cemento		Madera		Aluminio			
Adobe	X	Madera	X	Tejas	X	Vidrio		Vanos para puertas	3
Piedra				Fibrocemento		Plástico			
Otro (tapial)				Otro					
Espesor de muros	40 cm								

PERCEPCIÓN TÉRMICA DENTRO DE LA VIVIENDA EN FUNCIÓN DEL LEVANTAMIENTO DE CAMPO

Percepción dentro de la vivienda	**Muy frío**	**Frío**	**Confortable**	**Cálido**	**Muy cálido**
Percepción de calor	1	2	3	4	5
Percepción de confort térmico	Sí		No		

TEMPERATURA EN INTERIORES Y EXTERIORES

Temp Ext.	**Hora**	**Sala**		**Cocina**		**Comedor**		**Dormitorio 1**	
		Temp. C°	H.R %	Temp. C°	H.R %	Temp. C°	H.R %	Temp. C°	H.R %

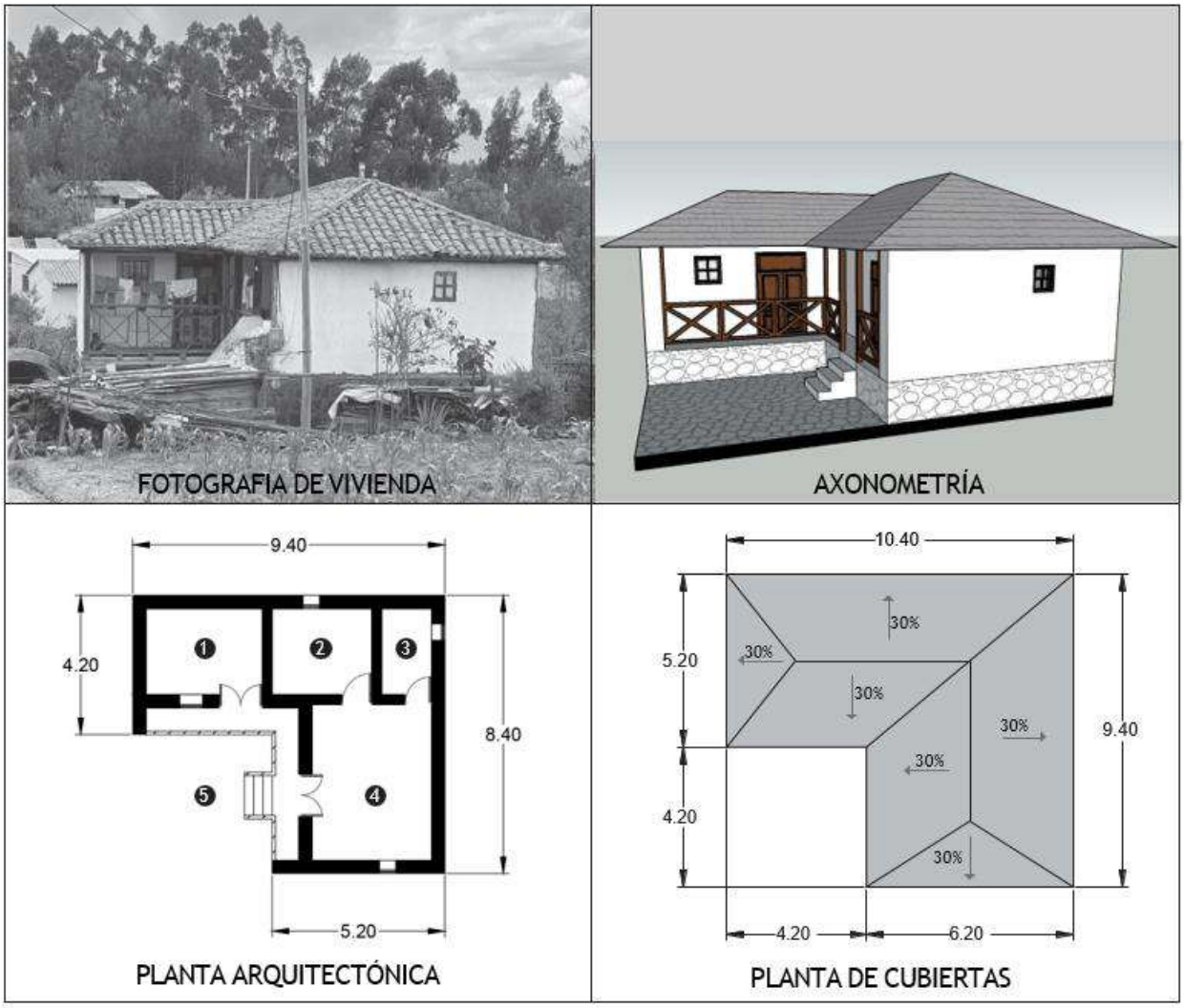
13.6 °C	8:00	14.2 °C	82%	15.6 °C	83%	14.0 °C	82%	16.6 °C	80%
15.1 °C	10:00	15.6 °C	75%	17.4 °C	73%	14.9 °C	71%	17.8 °C	77%
21.6 °C	12:00	20.8 °C	48%	21.3 °C	46%	20.8 °C	50%	22.4 °C	50%
19.9 °C	15:00	18.4 °C	38%	19.7 °C	36%	18.7 °C	42%	20.7 °C	39%
12.8 °C	19:00	18.8 °C	32%	20.9°C	31%	19.1 °C	33%	21.9°C	33%
9.1 °C	21:00	14.2 °C	79%	16.6 °C	79%	15.1 °C	79%	17.1 °C	81%
8.3 °C	23:00	12.8 °C	70%	14.1 °C	68%	13.9 °C	70%	15.2 °C	75%

Fuente: Veloz Bryan (2024)

Planta arquitectónica

1. Dormitorio 1
2. Dormitorio 2
3. Baño
4. Área social
5. Patio

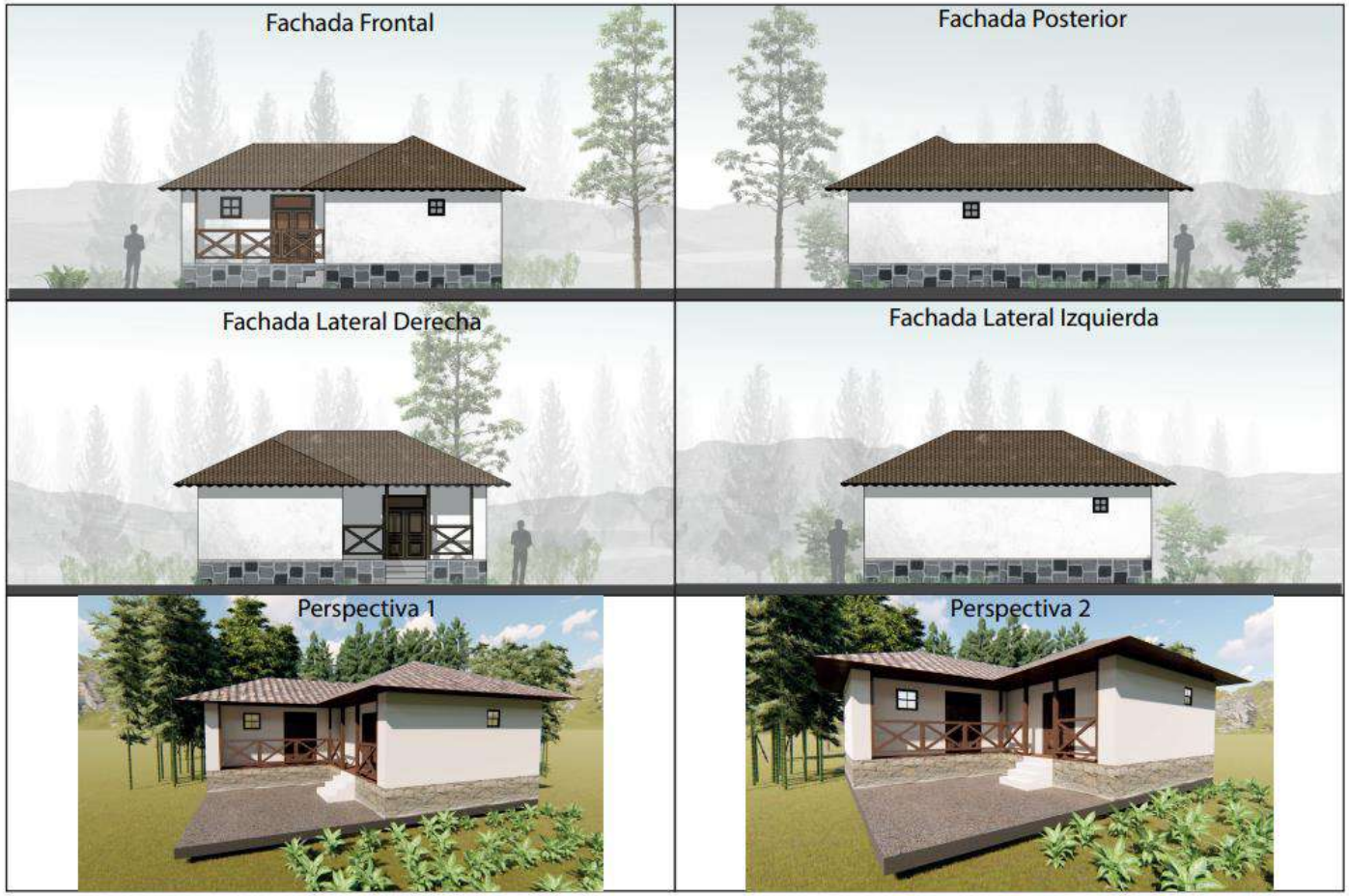
Figura 39. Plantas Arquitectónicas vivienda de adobe



Fuente: Veloz Bryan (2024)

Elevaciones y perspectivas

Figura 40. Elevaciones y Perspectivas



Fuente: Veloz Bryan (2024)

4.1.2. Vivienda N° 2

Construcción en piedra

Descripción

- Área de construcción: 37.2m²
- Espacios interiores: 1 dormitorio, sala, cocina y baño.
- Muros de piedra revestidos con barro (espesor 0.4m)
- Puertas con materialidad de manera cuyas medidas son de 0.9m de ancho y 1.70m de alto.
- Ventanas fijas de madera de distintas medidas
- Piso de madera, tablas de 0.10m de ancho y espesor de 0.02m
- Cubierta a 4 aguas con pendiente de 30% de estructura de madera y tejas de cerámica, con aleros de 0.40m.

Figura 41. Vivienda de piedra

Fuente: Veloz Bryan (2024)

Ficha de observación

Tabla 17. Ficha de observación vivienda 2

Fecha	16/06/2024	**Propietario**	Sr. Ignacio Tayupanda	**N° de personas que residen**	1	**N° de habitaciones**	1	**Tipo de vivienda**	Vernácula

Tipo de construcción		**Tiempo día**		**Tiempo noche**		**Estado de la vivienda**		**Causas disconfort térmico**	
Autoconstrucción	X	Soleado		Despejado	X	Bueno		Clima	X
		Nublado	X	Nublado		Regular		Tipo de construcción	X
Asesoramiento técnico		Lluvioso		Lluvioso		Malo	X	Otro	

MATERIALIDAD DE LA VIVIENDA

Predominante de las paredes		**Predominante de los pisos**		**Predominante en los techos**		**Predominante en ventanas**		**Cantidad de vanos**	
Ladrillo o Bloque		Tierra		Planchas de calamina		Madera	X	Vanos para ventanas	4
Carrizo con bahareque		Cemento		Madera		Aluminio			
Tapial		Madera	X	Tejas	X	Vidrio		Vanos para puertas	2
Piedra con barro	X			Fibrocemento		Plástico			
Otro Adobe				Otro					
Espesor de muros									

PERCEPCIÓN TÉRMICA DENTRO DE LA VIVIENDA EN FUNCIÓN DEL LEVANTAMIENTO DE CAMPO

Percepción dentro de la vivienda	**Muy frío**	**Frío**	**Confortable**	**Cálido**	**Muy cálido**
Percepción de calor	1	2	3	4	5
Percepción de confort térmico	Sí		No		

TEMPERATURA EN INTERIORES Y EXTERIORES

Temp Ext.	**Hora**	**Sala**		**Cocina**		**Comedor**		**Dormitorio 1**	
		Temp. C°	H.R %	Temp. C°	H.R %	Temp. C°	H.R %	Temp. C°	H.R %

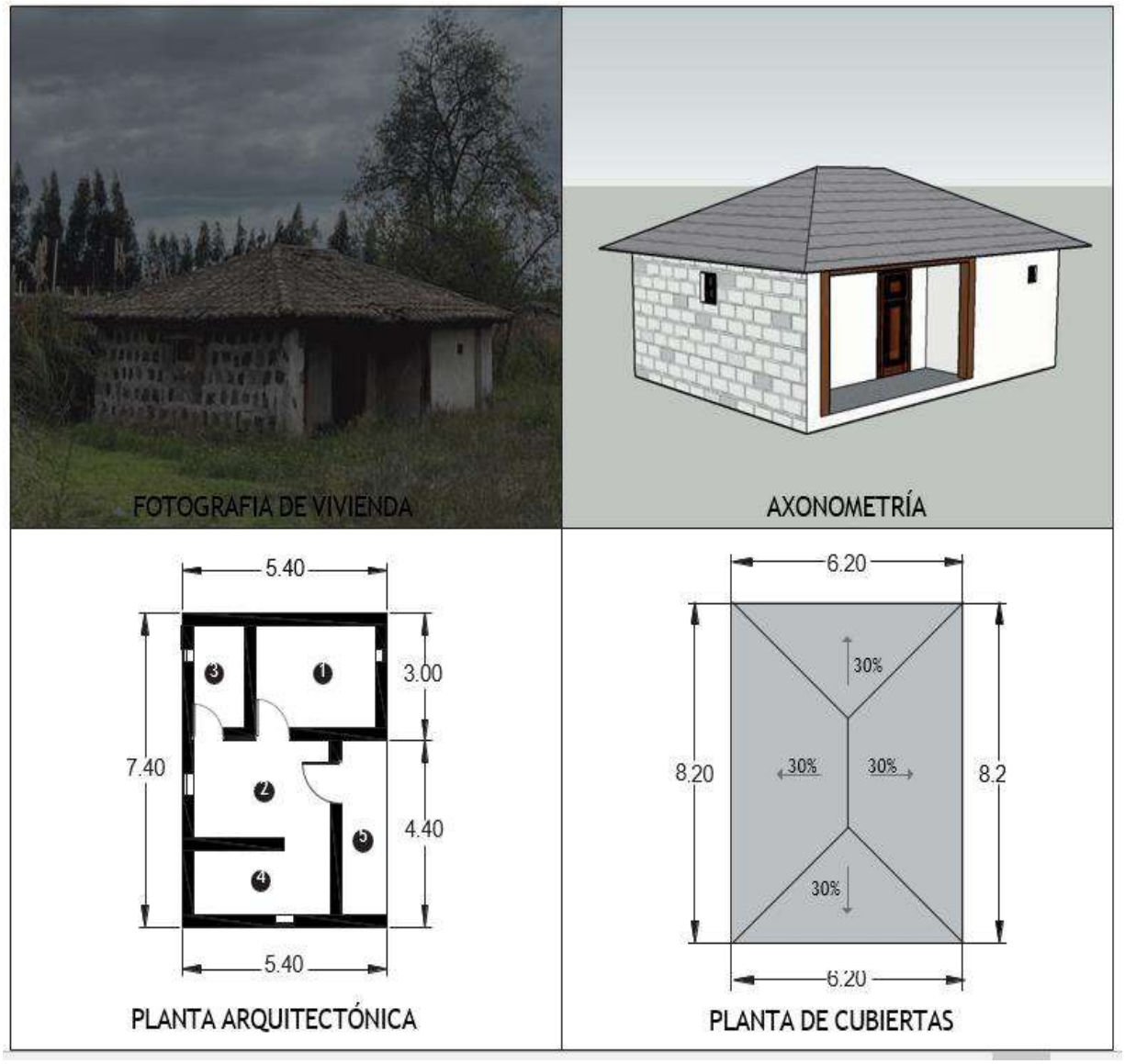
11.6 °C	8:00	11.2 °C	80%	12.5 °C	81%	-	-	13.9 °C	78%
14.8 °C	10:00	14.6 °C	70%	17.4 °C	72%	-	-	16.8 °C	75%
19.9 °C	12:00	20.2 °C	51%	19.3 °C	53%	-	-	21.2 °C	46%
20.7 °C	15:00	19.4 °C	42%	20.1 °C	40%	-	-	19.3 °C	37%
11.7 °C	19:00	18.8 °C	36%	19.7°C	34%	-	-	19.2°C	35%
9.0 °C	21:00	12.8 °C	81%	14.1 °C	79%	-	-	16.9 °C	80%
8.4 °C	23:00	11.9 °C	72%	12.1 °C	69%	-	-	13.2 °C	74%

Fuente: Veloz Bryan (2024)

Planta arquitectónica

1. Dormitorio
2. Sala
3. Baño
4. Cocina
5. Portal

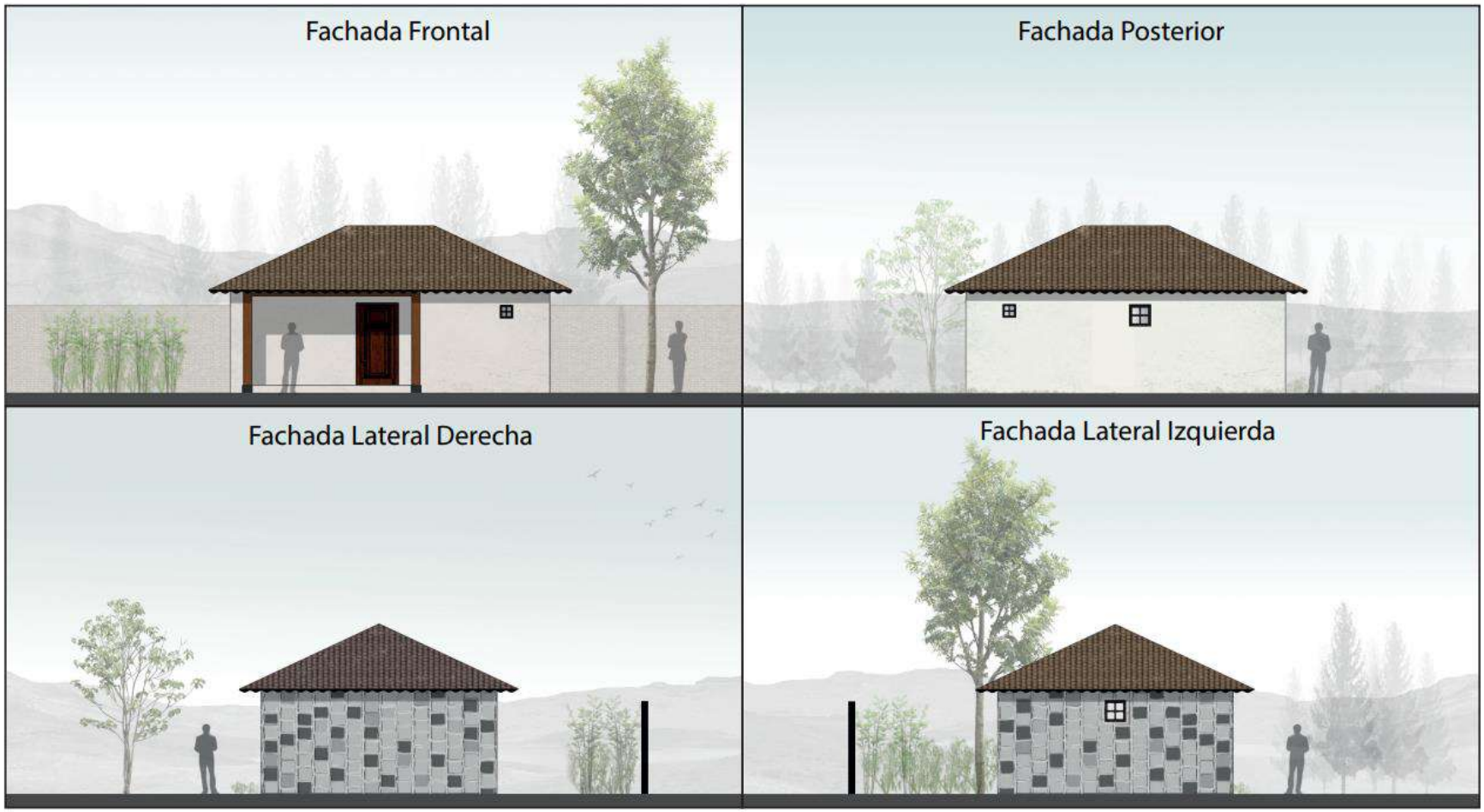
Figura 42. Plantas Arquitectónicas vivienda de piedra



Fuente: Veloz Bryan (2024)

Elevaciones

Figura 43. Elevaciones



Fuente: Veloz Bryan (2024)

4.1.3. Vivienda N° 03

Construcción en bahareque

Descripción

- Área de construcción: 61.9m²
- Espacio interiores: 2 dormitorio, sala, comedor, cocina y baño.
- Muros de piedra y bahareque (espesor 0.4m)
- Puertas con materialidad de madera de 0.9m de ancho y 1.70m de alto.
- Ventanas fijas de madera de distintas medidas
- Piso de madera, tablas de 0.15m de ancho y espesor de 0.03m
- Cubierta a 4 aguas con pendiente de 30% de estructura de madera y tejas de cerámica, con aleros de 0.50m.

Figura 44. Vivienda de piedra y bahareque

Fuente: Veloz Bryan (2024)

Ficha de observación

Tabla 18. Ficha de observación vivienda 3

Fecha	17/06/2024	**Propietario**	Sr. Segundo Tixi	**N° de personas que residen**	4	**N° de habitaciones**	2	**Tipo de vivienda**	Vernácula

Tipo de construcción		**Tiempo día**		**Tiempo noche**		**Estado de la vivienda**		**Causas disconfort térmico**	
Autoconstrucción	X	Soleado	X	Despejado		Bueno		Clima	X
		Nublado		Nublado	X	Regular		Tipo de construcción	X
Asesoramiento técnico		Lluvioso		Lluvioso		Malo	X	Otro	

MATERIALIDAD DE LA VIVIENDA

Predominante de las paredes		**Predominante de los pisos**		**Predominante en los techos**		**Predominante en ventanas**		**Cantidad de vanos**	
Ladrillo o Bloque		Tierra		Planchas de calamina		Madera	X	Vanos para ventanas	4
Carrizo con bahareque	X	Cemento		Madera		Aluminio			
Tapial		Madera	X	Tejas	X	Vidrio		Vanos para puertas	3
Piedra con barro				Fibrocemento		Plástico			
Otro Adobe				Otro					
Espesor de muros									

PERCEPCIÓN TÉRMICA DENTRO DE LA VIVIENDA EN FUNCIÓN DEL LEVANTAMIENTO DE CAMPO

Percepción dentro de la vivienda	**Muy frío**	**Frío**	**Confortable**	**Cálido**	**Muy cálido**
Percepción de calor	1	2	3	4	5
Percepción de confort térmico	Sí		No		

TEMPERATURA EN INTERIORES Y EXTERIORES

Temp Ext.	**Hora**	**Sala**		**Cocina**		**Comedor**		**Dormitorio 1**	
		Temp. C°	H.R %	Temp. C°	H.R %	Temp. C°	H.R %	Temp. C°	H.R %
14.6 °C	8:00	15.1 °C	80%	15.6 °C	82%	15.0 °C	80%	15.6 °C	81%

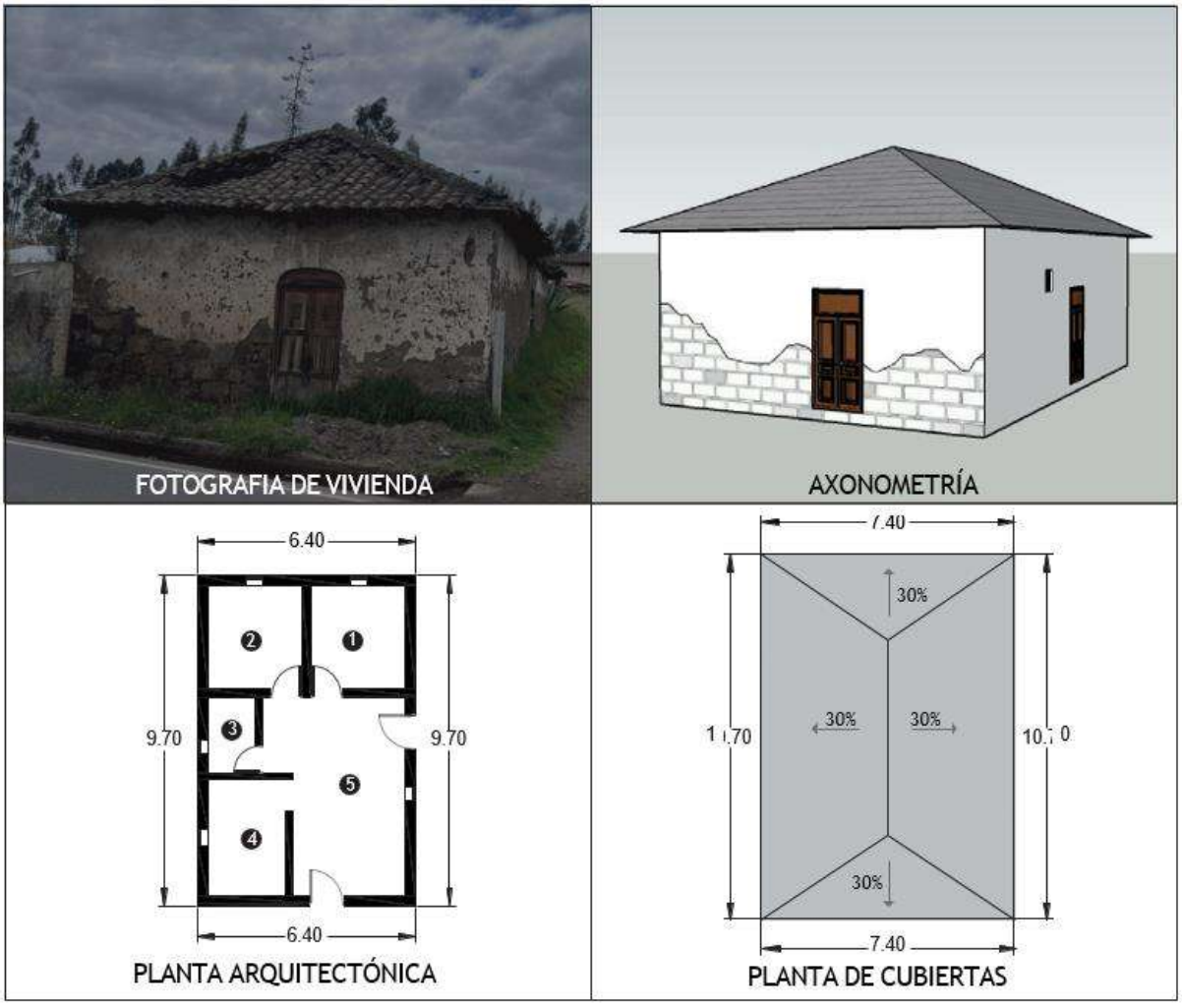
15.9 °C	10:00	17.2 °C	70%	17.8 °C	75%	17.1 °C	71%	17.7 °C	75%
22.4 °C	12:00	21.1 °C	50%	22.9 °C	49%	20.7°C	51%	20.2 °C	47%
20.8 °C	15:00	20.6 °C	42%	21.3 °C	39%	19.3 °C	43%	20.1 °C	37%
14.8 °C	19:00	18.2 °C	38%	19.9°C	36%	18.9 °C	35%	20.1°C	35%
11.0 °C	21:00	13.2 °C	82%	15.2 °C	80%	15.9 °C	80%	16.8 °C	80%
9.4 °C	23:00	11.8 °C	75%	13.5 °C	70%	14.2 °C	72%	15.1 °C	74%

Fuente: Veloz Bryan (2024)

Planta Arquitectónica

1. Dormitorio 1
2. Dormitorio 2
3. Baño
4. Cocina
5. Área social

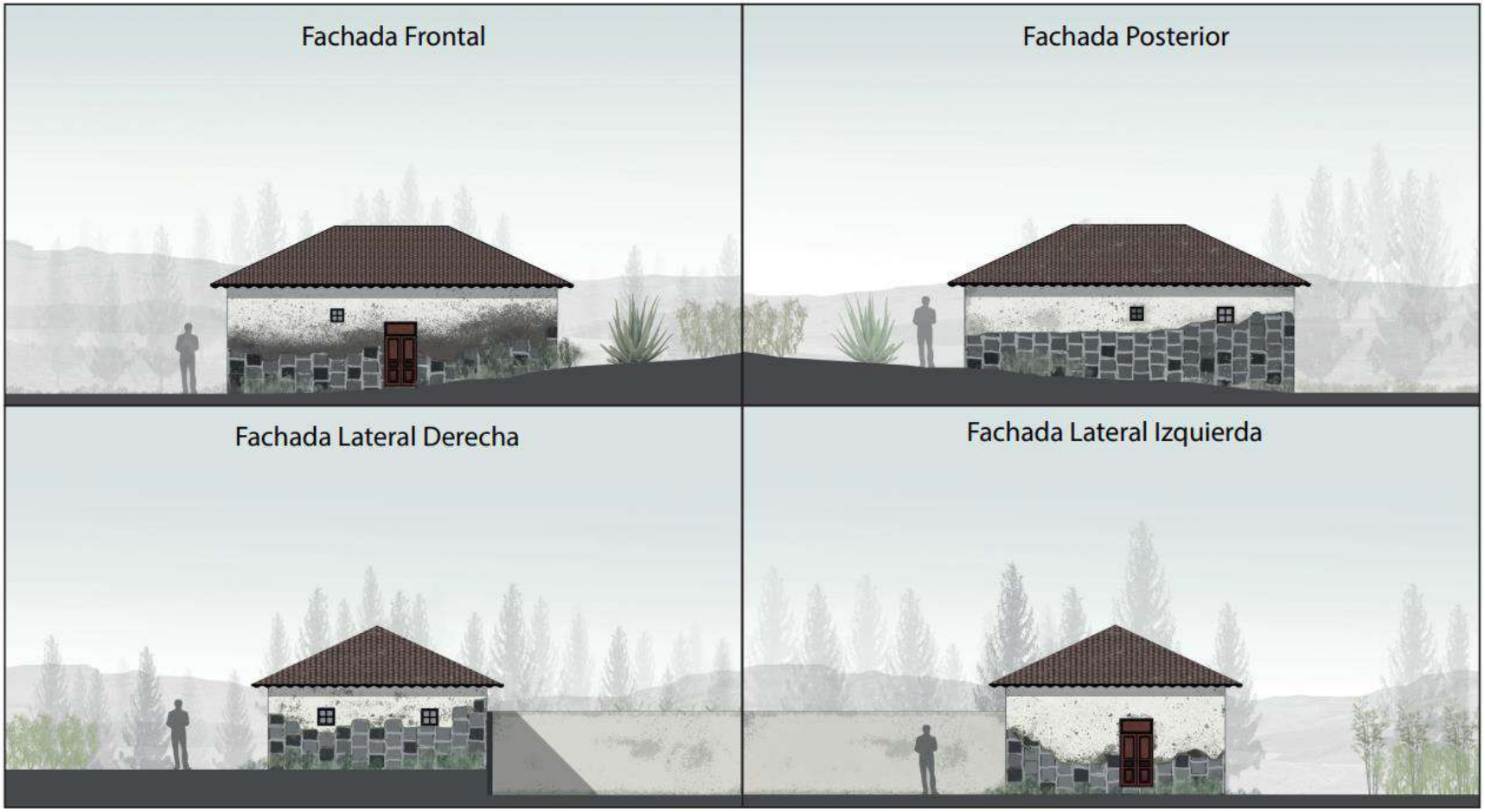
Figura 45. Plantas Arquitectónicas vivienda de piedra y bahareque



Fuente: Veloz Bryan (2024)

Elevaciones

Figura 46. Elevaciones



Fuente: Veloz Bryan (2024)

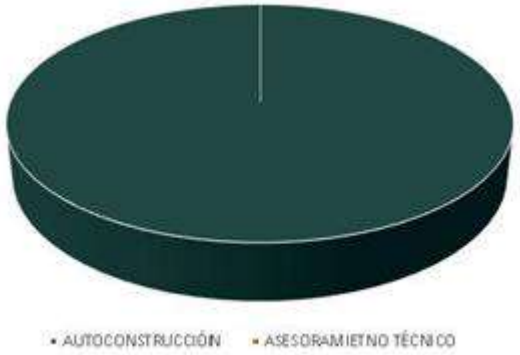
4.2. Interpretación de resultados

Para el desarrollo de este apartado, se ha tomado en consideración ciertos aspectos de las tres viviendas consideradas para este estudio: tipo de construcción, materialidad predominante en techos, material predominante en ventanas, percepción térmica, temperatura exterior, temperatura interior y porcentajes de humedad relativa en el interior.

a. Tipo de construcción

En las fichas que se realizaron se pudo concluir que durante el 100% de la construcción de viviendas no se efectuaron un asesoramiento técnico o un informe presupuestal. Además, estas fueron construidas basado en el conocimiento ancestral de sus generaciones antepasadas.

Figura 47. Gráfica de resultados tipo de construcción

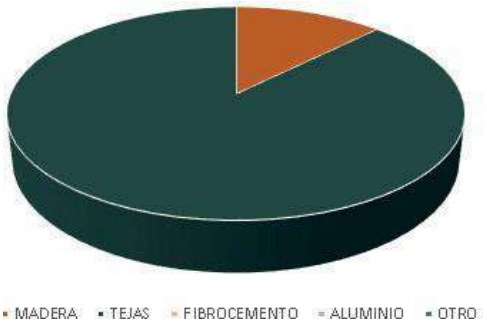


Fuente: Veloz Bryan (2024)

b. Materialidad predominante en techos

En la materialidad de cubiertas vernáculas analizadas en la comunidad de Sigsipamba se observó que el 87% de los techos están cubiertos por tejas y el 13% de estos con madera.

Figura 48. Gráfica de resultados materialidad predominante en techos



Fuente: Veloz Bryan (2024)

c. Material predominante en ventanas

El material predominante en ventanas es la madera, y en todas las viviendas vernáculas es el que prevalece, logrando el 100% estadísticamente.

Figura 49. Gráfica de resultados material predominante en ventanas

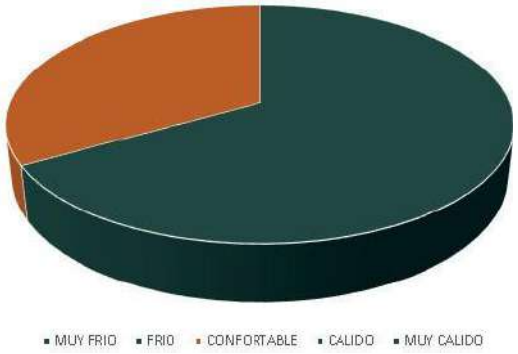
Fuente: Veloz Bryan (2024)

Percepción térmica

a. Percepción térmica dentro de la vivienda

En el análisis a detalle de las viviendas seleccionadas obtuvimos los siguientes resultados: En cuanto a la percepción térmica que pudimos apreciar dentro de la vivienda, el 75% de las viviendas poseen una percepción de climatología nivel 2 (frío), y el 25% es confortable.

Figura 50. Gráfica de resultados percepción térmica dentro de la vivienda

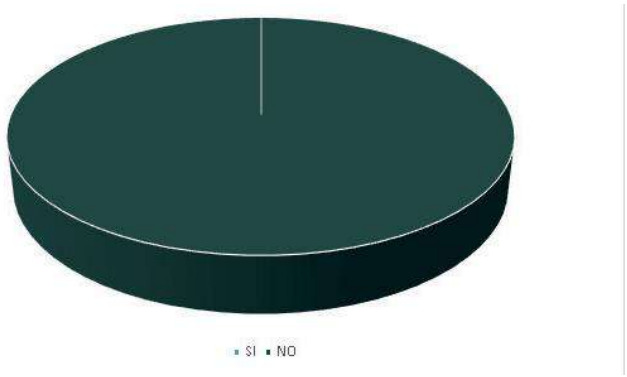


Fuente: Veloz Bryan (2024)

b. Percepción de confort térmico dentro de la vivienda

El resultado de existencia de confort térmico dentro de la vivienda fue “NO” en su totalidad, concluyendo que en todas las viviendas no se percibe un ambiente confortable.

Figura 51. Gráfica de resultados percepción de confort térmico dentro de la vivienda

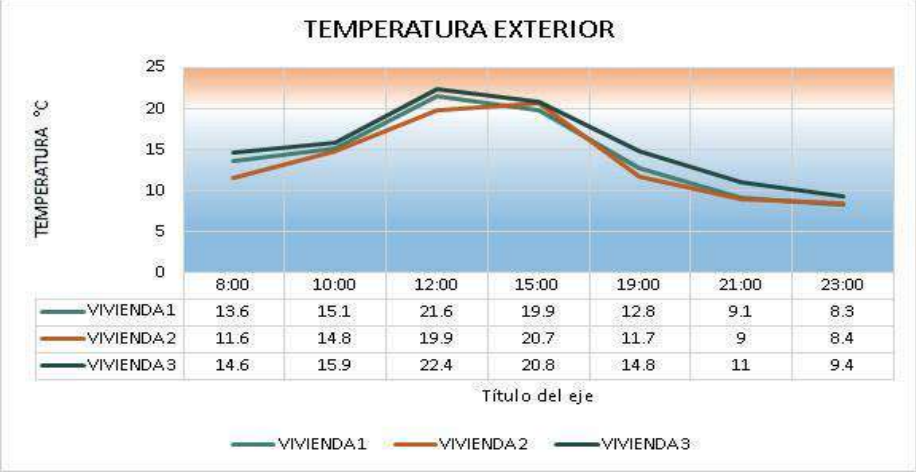


Fuente: Veloz Bryan (2024)

Temperatura exterior

Se observa temperaturas oscilan entre los 8°C y 22° aproximadamente; en los tres casos se observa el descenso de la temperatura en las altas horas de la noche (23H00).

Figura 52. Gráfica de resultados temperatura exterior



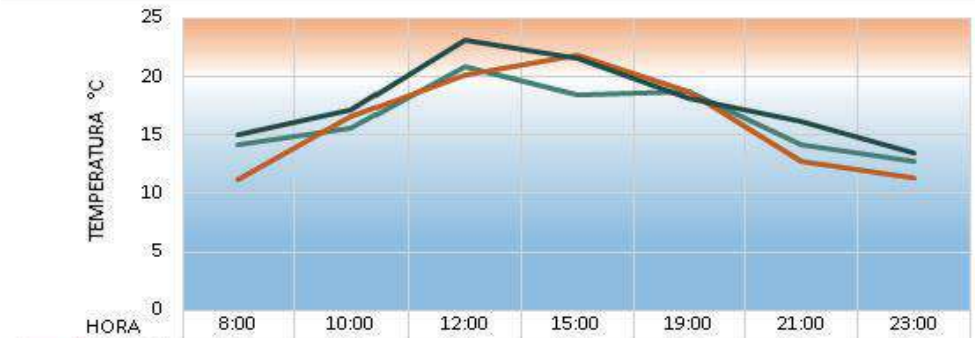
Fuente: Veloz Bryan (2024)

Temperatura interior

a. Temperatura interior en la sala

Una temperatura fría en este espacio se observa particularmente en la noche, este descenso es acompañado por la temperatura de los exteriores de la vivienda.

Figura 53. Gráfica de resultados temperatura interior en la sala



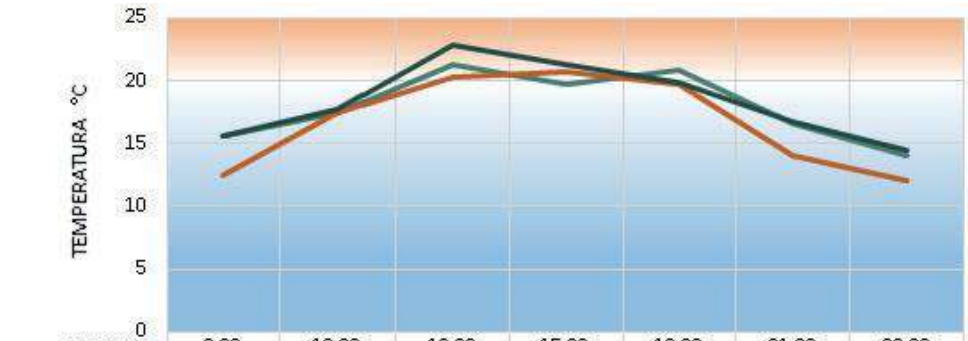
HORA	8:00	10:00	12:00	15:00	19:00	21:00	23:00
VIVIENDA1	14.2	15.6	20.8	18.4	18.8	14.2	12.8
VIVIENDA2	11.2	16.6	20.2	21.8	18.8	12.8	11.3
VIVIENDA3	15.1	17.2	23.1	21.6	18.2	16.2	13.4

Fuente: Veloz Bryan (2024)

b. Temperatura interior en la cocina

Una temperatura confortable en este espacio se observa entre las 10 de la mañana y 7 de la noche; pese a ello, se observa un descenso de temperatura en la noche.

Figura 54. Gráfica de resultados temperatura interior en la cocina



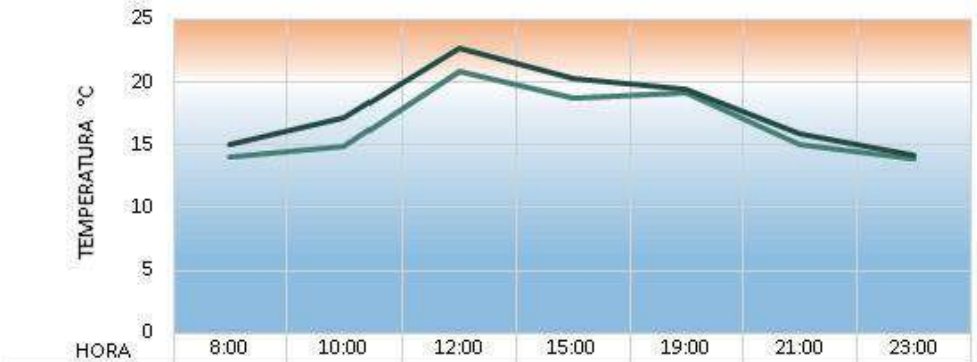
HORA	8:00	10:00	12:00	15:00	19:00	21:00	23:00
VIVIENDA1	15.6	17.4	21.3	19.7	20.9	16.6	14.1
VIVIENDA2	12.5	17.4	20.3	20.7	19.7	14.1	12.1
VIVIENDA3	15.6	17.8	22.9	21.3	19.9	16.7	14.5

Fuente: Veloz Bryan (2024)

c. Temperatura interior en el comedor

Se observa que la vivienda dos no posee este espacio; sin embargo, se ha analizado la temperatura de la vivienda 1 y 3 y se observa que oscila entre los 14° y 22° durante todo el día.

Figura 55. Gráfica de resultados temperatura interior en el comedor



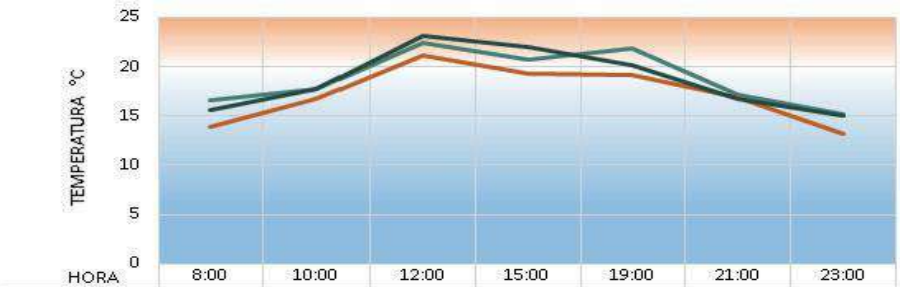
HORA	8:00	10:00	12:00	15:00	19:00	21:00	23:00
VIVIENDA1	14	14.9	20.8	18.7	19.1	15.1	13.9
VIVIENDA2							
VIVIENDA3	15	17.1	22.7	20.3	19.4	15.9	14.2

Fuente: Veloz Bryan (2024)

d. Temperatura interior en el dormitorio

En los dormitorios se debe prestar interés en lo que se refiere al confort térmico, puesto que es el espacio donde pasan los habitantes la mayor parte de la noche. Como se ha visto, la temperatura tiene un descenso considerable en horas nocturnas, por lo que se requiere analizar esta situación.

Figura 56. Gráfica de resultados temperatura interior en el dormitorio



HORA	8:00	10:00	12:00	15:00	19:00	21:00	23:00
VIVIENDA1	16.6	17.8	22.4	20.7	21.9	17.1	15.2
VIVIENDA2	13.9	16.8	21.2	19.3	19.2	16.9	13.2
VIVIENDA3	15.6	17.7	23.2	22	20.1	16.8	15.1

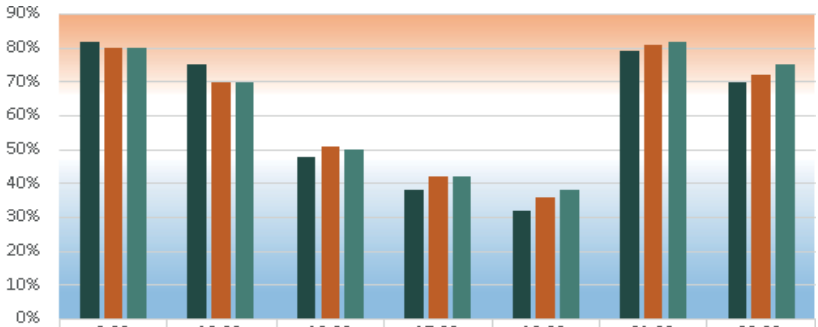
Fuente: Veloz Bryan (2024)

Porcentajes de humedad relativa en el interior

a. Humedad relativa en la sala

Se observan que los niveles de humedad en este espacio están por encima del rango (40% a 55%), alcanzando inclusive el 82% en las primeras horas de la mañana y en la noche.

Figura 57. Gráfica de resultados humedad relativa en la sala



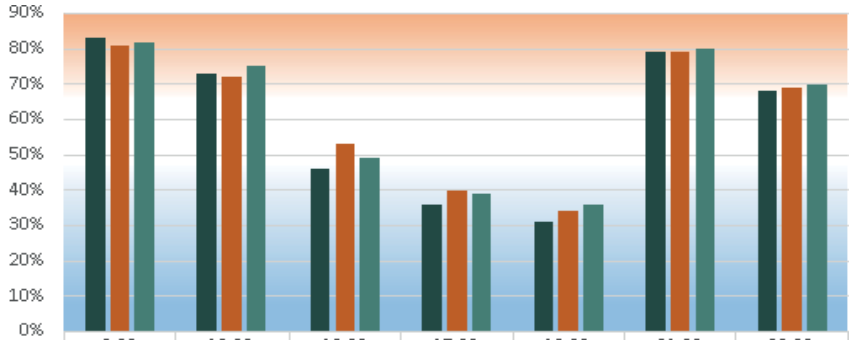
	8:00	10:00	12:00	15:00	19:00	21:00	23:00
VIVIENDA1	82%	75%	48%	38%	32%	79%	70%
VIVIENDA2	80%	70%	51%	42%	36%	81%	72%
VIVIENDA3	80%	70%	50%	42%	38%	82%	75%

Fuente: Veloz Bryan (2024)

b. Humedad relativa en la cocina

También se observa en este espacio que el ambiente suele estar mayormente húmedo en las primeras horas de la mañana y en la noche, puesto que sobrepasa el 55%.

Figura 58. Gráfica de resultados humedad relativa en la cocina



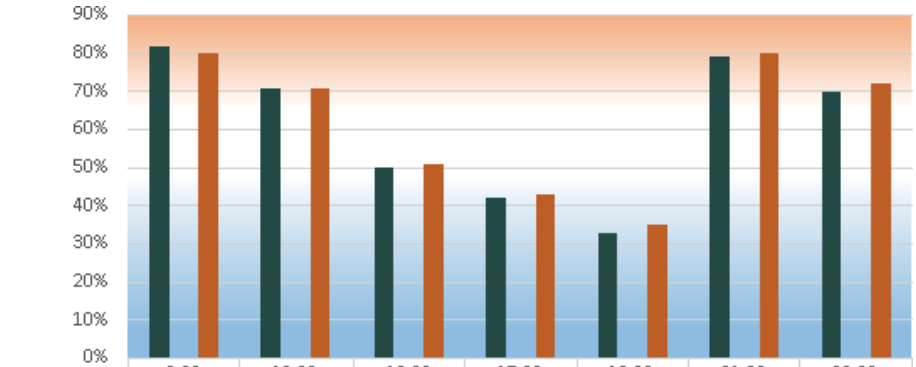
	8:00	10:00	12:00	15:00	19:00	21:00	23:00
VIVIENDA1	83%	73%	46%	36%	31%	79%	68%
VIVIENDA2	81%	72%	53%	40%	34%	79%	69%
VIVIENDA3	82%	75%	49%	39%	36%	80%	70%

Fuente: Veloz Bryan (2024)

c. Humedad relativa en el comedor

Se observa que este espacio también suele tener un índice de humedad alto, ya que oscila en instancias entre el 51% y 82%.

Figura 59. Gráfica de resultados humedad relativa en el comedor



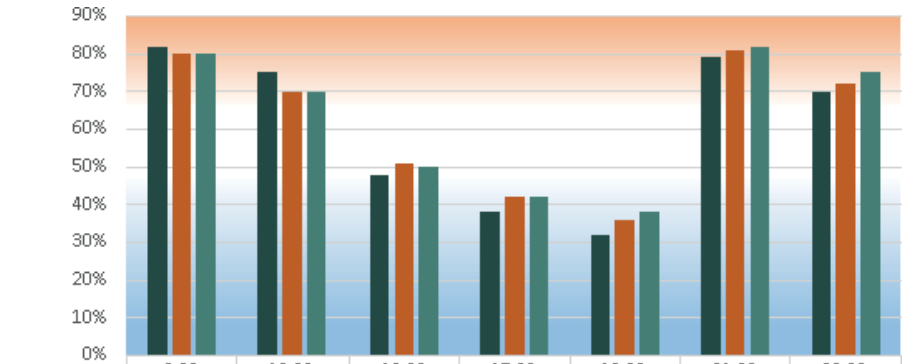
	8:00	10:00	12:00	15:00	19:00	21:00	23:00
VIVIENDA1	82%	71%	50%	42%	33%	79%	70%
VIVIENDA2							
VIVIENDA3	80%	71%	51%	43%	35%	80%	72%

Fuente: Veloz Bryan (2024)

d. Humedad relativa en el dormitorio

Finalmente, los dormitorios presentan también un alto nivel de humedad relativa en horas de la mañana y en la noche.

Figura 60. Gráfica de resultados humedad relativa en el dormitorio



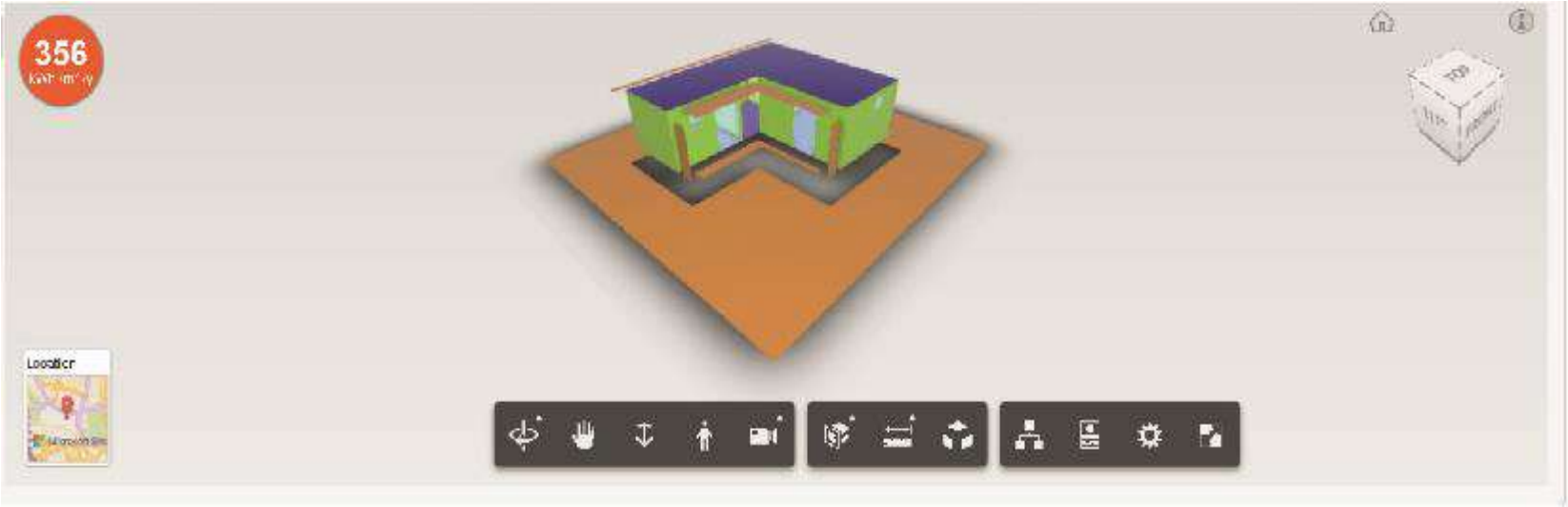
	8:00	10:00	12:00	15:00	19:00	21:00	23:00
VIVIENDA1	82%	75%	48%	38%	32%	79%	70%
VIVIENDA2	80%	70%	51%	42%	36%	81%	72%
VIVIENDA3	80%	70%	50%	42%	38%	82%	75%

Fuente: Veloz Bryan (2024)

4.3. Análisis térmico con programación informática

4.3.1. Vivienda 1

Figura 61. Análisis térmico vivienda 1



Fuente: Veloz Bryan (2024)

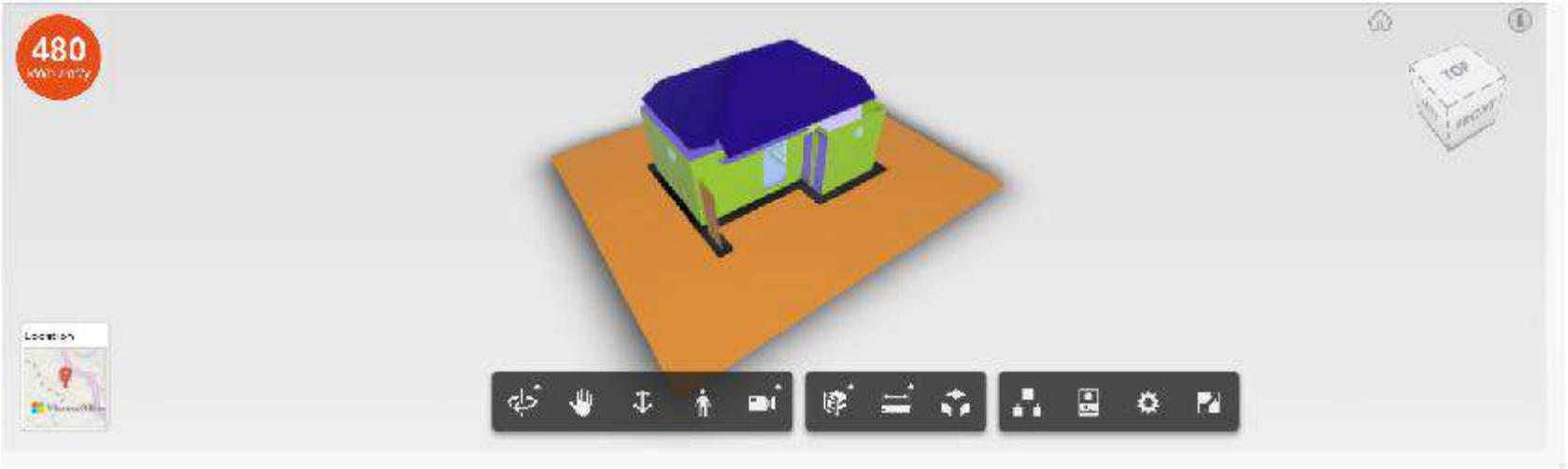
Tabla 19. Resultados vivienda 1 análisis térmico

	MATERIAL	SIMBOLOGIA DE COLORES				
MUROS	adobe	**18.4 °C**	**18.3 °C**	**18.2 °C**	**17.6 °C**	**17.9 °C**
PISOS	madera	**19.0 °C**	**17.8 °C**			
CUBIERTA	tejas	**22.2 °C**	**21.9 °C**			

Fuente: Veloz Bryan (2024)

4.3.2. Vivienda 2

Figura 62. Análisis térmico vivienda 2



Fuente: Veloz Bryan (2024)

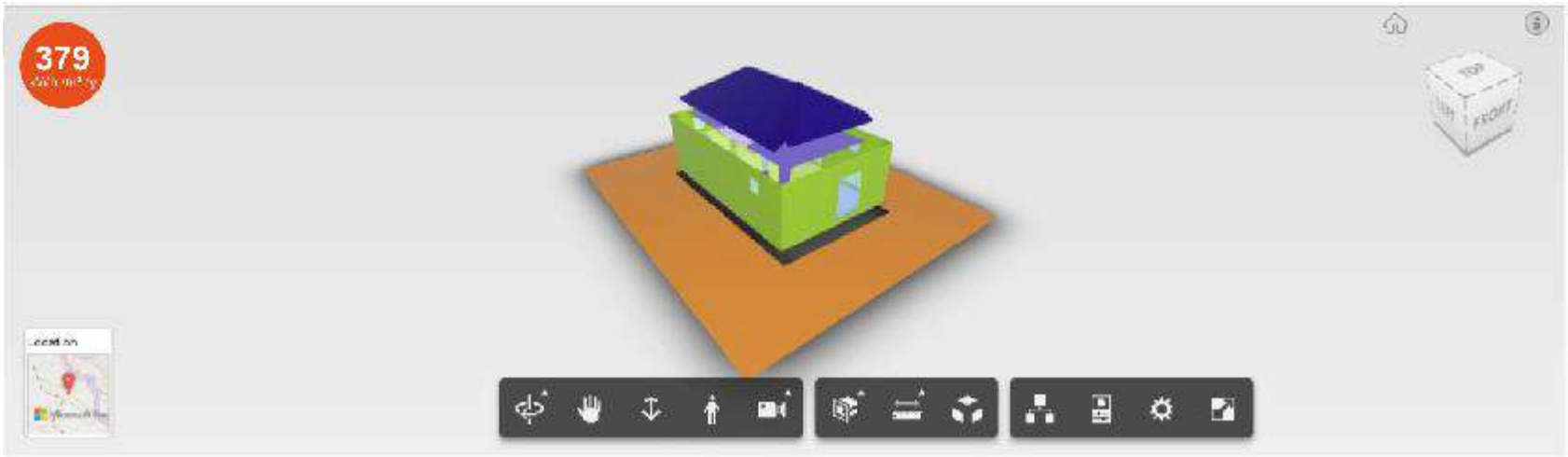
Tabla 20. Resultados vivienda 2 análisis térmico

	MATERIAL	SIMBOLOGÍA DE COLORES			
MUROS	piedra	**17.9 °C**	**17.9 °C**	**17.3 °C**	**16.9 °C**
PISOS	madera	**18.3 °C**	**17.0 °C**		
CUBIERTA	tejas	**20.8 °C**	**17.3 °C**		

Fuente: Veloz Bryan (2024)

4.3.3. Vivienda 3

Figura 63. Análisis térmico vivienda 3



Fuente: Veloz Bryan (2024)

Tabla 21. Resultados vivienda 3 análisis térmico

	MATERIAL	SIMBOLOGIA DE COLORES		
MUROS	piedra	**15.9 °C**	**15.7 °C**	**15.0 °C**
PISOS	madera	**17.5 °C**	**15.5 °C**	
CUBIERTA	tejas	**19.4 °C**	**15.9 °C**	

Fuente: Veloz Bryan (2024)

4.3.4. Características de los materiales

A continuación, se presentan las características de los materiales que fueron utilizados en cada una de las viviendas consideradas en este estudio:

a) Materiales vivienda 1 adobe

Tabla 22. Materiales vivienda 1 adobe

Materiales	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/m.K)	Densidad (kg/m3)	Calor específico (J/kg.K)
Adobe (muros)	0,4	0,587	1550	1480
Madera pino (pisos, puertas, ventanas)	0,1	0,163	640	1298
Teja cerámica (cubierta)	0,05	0,76	1650	879

Fuente: Veloz Bryan (2024)

b) Materiales vivienda 2 piedra

Tabla 23. Materiales vivienda 2 piedra

Materiales	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/m.K)	Densidad (kg/m3)	Calor específico (J/kg.K)
Piedra (muros)	0,4	1,861	2250	1043,12
Madera Eucalipto (pisos, puertas, ventanas)	0,1	0,199	797	1410
Teja cerámica (cubierta)	0,05	0,76	1650	879

Fuente: Veloz Bryan (2024)

c) Materiales vivienda 3 bahareque

Tabla 24. Materiales vivienda 3 bahareque

Materiales	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/m.K)	Densidad (kg/m3)	Calor específico (J/kg.K)
Bahareque (muros)	0,15	0,611	1200	1370
Madera Eucalipto (pisos, puertas, ventanas)	0,1	0,199	797	1298
Teja cerámica (cubierta)	0,05	0,76	1650	879
Piedra (sillares)	0,15	1,861	2250	1043,12

Fuente: Veloz Bryan (2024)

Según las tablas, se observa que las tres viviendas hacen uso de materiales vernáculos con propiedades térmicas, pero estructuralmente diferentes. El adobe y el bahareque presentan una baja conductividad térmica, favoreciendo al aislamiento; en tanto, la piedra, pese a tener mayor densidad transmite más calor. Por otro lado, los tres comparten el uso de madera en elementos secundarios y teja cerámica en la cubierta. La selección de estos materiales está relacionada con la disponibilidad local como a las condiciones climáticas; este tipo de sistemas constructivos dan lugar a soluciones conforme con el entorno andino.

4.4. Discusión

De acuerdo con los resultados, se observan tres viviendas, la primera presenta una construcción basada en adobe, la segunda piedra con barro y la tercera piedra con bahareque, se ha observado que espacios como comedor y dormitorios presentan un índice de humedad relativa alto. Estos resultados difieren con los hallazgos de Fuentes et al. (2016) demostrando que las casas construidas con adobe mantienen una temperatura interna más estable en comparación con las viviendas modernas de concreto. Esta diferencia se debe a la capacidad térmica del adobe, que permite una absorción y liberación gradual del calor. El estudio destaca la capacidad que ponen los materiales vernáculos para abordar los desafíos climáticos de manera natural y eficiente.

Los resultados de este trabajo evidenciaron en lo que se refiere a la percepción climatológica, el 67% de las viviendas son frías (nivel 2). Ante esta situación, se puede decir que la investigación realizada por Asdrubali et al. (2017) analizaron las propiedades aislantes de las construcciones de madera tradicionales. Se descubrió que las cabañas nórdicas, elaboradas con troncos de madera, lograban mantener una temperatura interna confortable con un mínimo uso de calefacción externa. La estructura celular de la madera atrapa aire, ofreciendo un excelente aislamiento térmico. También se destacó en este trabajo que el sistema constructivo

a base de manera no solo es eficiente en términos térmicos, sino también en otros aspectos como renovabilidad del material y su baja huella de carbono.

Los resultados del presente estudio determinaron que en las viviendas no se percibe un ambiente confortable; además, que la temperatura en espacios interiores desciende usualmente en la noche. Estos hallazgos difieren con el trabajo de Pérez (2023) en el cual la atención se centró en las antiguas casas construidas con tierra compactada. Dichas viviendas poseían una excelente capacidad para regular la temperatura, logrando mantener un ambiente fresco durante el día y templado durante la noche. Así pues, la tierra compactada es un material sostenible que puede ser eficazmente utilizado en construcciones modernas para mejorar la eficiencia térmica y reducir la necesidad de sistemas artificiales de climatización.

Widera (2021) investigó también el empleo de técnicas tradicionales en viviendas contemporáneas, las estrategias implementadas incluyeron la adecuada orientación de las viviendas, el uso de materiales locales y la incorporación de sistemas de ventilación natural. Los resultados revelaron una notable mejora en la eficiencia térmica y una reducción en el consumo de energía en comparación con las viviendas construidas mediante métodos convencionales. Enfatizando la importancia de fusionar saberes ancestrales con avances contemporáneos con el fin de desarrollar residencias más ecológicas y efectivas, este estudio señala que las técnicas constructivas tradicionales no solo poseen un valor cultural trascendental, sino que también son sumamente eficientes desde el punto de vista térmico y energético.

De acuerdo con lo expuesto, la integración de estas prácticas en la edificación actual podría brindar alternativas sostenibles que favorezcan tanto al entorno natural como a las comunidades cercanas.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Por medio de las referencias bibliográficas se abordaron los sistemas constructivos de la zona andina, determinando entre las más comunes el bahareque cuya técnica emplea una base de piedra para construir la estructura, un marco vertical hecho de caña, barro y tierra para aumentar su durabilidad. Otro de los sistemas es el adobe, donde la tierra utilizada es el material principal de este sistema constructivo. Finalmente, un último sistema constructivo es el tapial. Estas técnicas han sido utilizadas desde tiempos prehispánicos por tribus indígenas y todavía se utiliza hoy en día, en las zonas rurales de la zona Andina.

Se tomaron tres viviendas andinas con sistema constructivo vernáculo de la Comunidad de Sigsipamba, cada uno con distinto material de construcción vernácula: adobe, bahareque y piedra. Los estados de las viviendas se catalogaron entre regular y malo. La percepción térmica fue percibida como fría y por ende no existe confort térmico en los espacios internos.

Se evaluó el comportamiento térmico a través de dispositivos meteorológicos y programación informática que permitieron medir la sensación y el grado de satisfacción térmica, destacando un descenso de temperatura en los interiores de las viviendas, particularmente, en horas de la noche y madrugada. Así mismo, los niveles de humedad relativa estuvieron por encima del rango (40% a 55%), alcanzando inclusive el 82% en las primeras horas de la mañana y en la noche.

Se desarrolló una propuesta arquitectónica de vivienda social para la Comunidad de Sigsipamba, enfocada en un sistema constructivo que optimiza la eficiencia térmica. Este diseño no solo responde a las necesidades de confort de los futuros ocupantes, sino que también considera la sostenibilidad y las particularidades climáticas de la región. Al emplear materiales y técnicas que conservan la temperatura interna, la propuesta contribuye a mejorar la calidad de vida de la comunidad, reduciendo al mismo tiempo la dependencia de sistemas de calefacción o enfriamiento adicionales. Este enfoque asegura que las viviendas proporcionen un ambiente confortable y respetuoso con el entorno local, alineándose con los principios de sostenibilidad y eficiencia energética.

5.2. Recomendaciones

Se aconseja optar por sistemas pasivos para lograr el confort térmico en los interiores de la vivienda, reservando el diseño de propuestas con estrategias activas únicamente para situaciones altamente complicadas en las que obtener una considerable ganancia solar resulte imposible.

Se han evidenciado las ventajas del uso de herramientas de modelado como Revit Insight, la cual permite desarrollar o aplicar evaluaciones integrales y alertar sobre variables no consideradas. Por consiguiente, se recomienda aprovechar los programas de modelado como una metodología apropiada para identificar áreas de mejora.

En cuanto a la metodología, es importante recurrir a la investigación aplicada focalizada en un estudio de caso, ya que es capaz de proporcionar información veraz respaldada por estudios científicos de los aspectos y parámetros analizados y puede ser extrapolada a diferentes escenarios.

Finalmente, al implementar una propuesta para mejorar el confort térmico, es crucial examinar la composición de las edificaciones para asegurar que la incorporación de nuevos materiales sea adecuada y se integre de manera armoniosa con la estructura de la construcción.

CAPÍTULO VI

6. PROPUESTA

En resumen, tras realizar un análisis comparativo de tres viviendas con sistemas constructivos vernáculos: bahareque, adobe y piedra, se propone la elaboración de un modelo de vivienda social vernácula que pueda implementarse en Sigsipamba y otras zonas rurales de la parroquia San Andrés. Este modelo estaría basado en el uso del sistema constructivo de adobe, ajustado a los lineamientos de la arquitectura contemporánea. Los principales retos de este diseño incluyen:

- Crear un ambiente confortable que mantenga condiciones óptimas a lo largo del día y del año, con especial atención a las horas de descenso de temperatura.
- Igualmente, es crucial desarrollar un sistema constructivo vernáculo basado en adobe que se integre adecuadamente dentro del entorno arquitectónico contemporáneo.

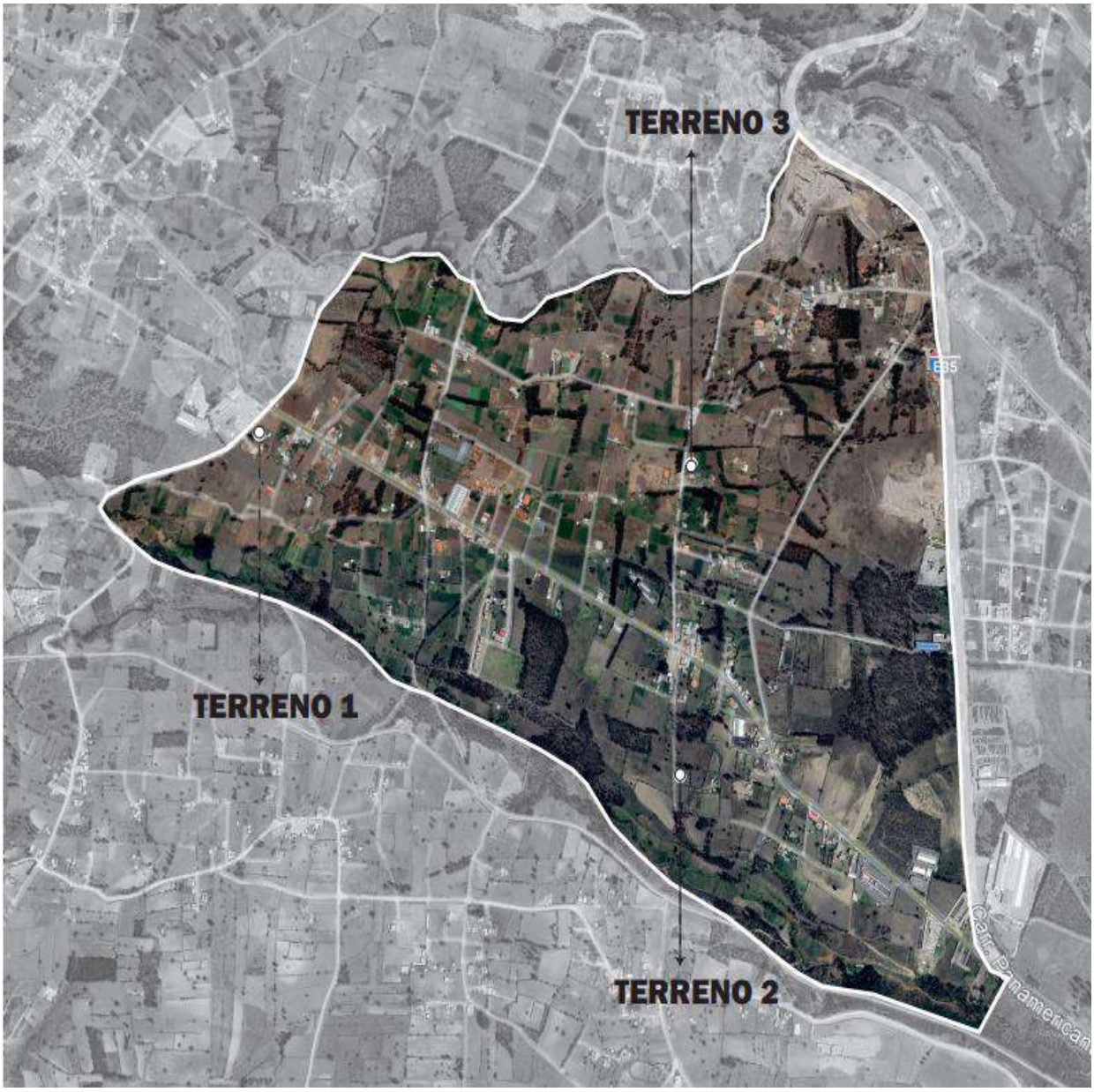
En esta propuesta arquitectónica, además de considerar elementos clave como la organización del espacio, las conexiones entre distintas áreas, la distribución de la planta arquitectónica, el confort espacial, la capacidad de alojamiento, la estética y las dimensiones de la vivienda, se han integrado varios parámetros bioclimáticos. Estos parámetros abarcan aspectos como la ubicación de la edificación, su forma general, el tratamiento de la envolvente, la orientación del proyecto, y las estrategias para optimizar la climatización e iluminación natural, además del aprovechamiento de la radiación solar y los vientos predominantes (Serra y Coch, 2000).

La propuesta sigue un proceso de diseño arquitectónico tomado de Jiménez (2016), que se detalla a continuación:

6.1. Ubicación

Antes de elegir el lugar donde se implementará la propuesta, fue necesario definir un conjunto de criterios que facilitaran la comparación de todas las alternativas posibles dentro del alcance de la investigación. Criterios iniciales sobre la elección del terreno propuesto para este proyecto contempló que este cumpliría con las exigencias técnicas y logísticas del mismo y que, además, estuviera en disposición geográfica adecuada en el medio rural de San Andrés. Dentro de los criterios considerados se tiene: topografía, la cercanía a proveedores, la accesibilidad, el costo del terreno, la disponibilidad de servicios básicos, el impacto ambiental y la seguridad. De esta manera se espera encontrar la mejor posición en la que el empleo de recursos sea óptimo y el éxito del proyecto garantizado.

Figura 64. Ubicación de los 3 terrenos



Fuente: Veloz Bryan (2025)

A continuación, se presenta en la siguiente tabla la evaluación previa del terreno para el desarrollo de la propuesta:

Tabla 25. Parámetros para la elección del terreno

Parámetro	**Terreno 1**	**Terreno 2**	**Terreno 3**
Topografía (altitud)	x	----------	
Altitud	3045msnm	2994msnm	3012msnm
Área	284m2	350m2	920m2
Cercanía a proveedores	x	----------	x
Accesibilidad vial	x	x	x
Costo del terreno	Bajo costo	Bajo costo	Bajo costo
Agua	x	x	x
Luz	x	x	x
Alcantarillado	x	x	x
Teléfono	x	----------	----------
Internet	x	x	x
Impacto ambiental	Bajo impacto	Alto impacto	Bajo impacto
Seguridad	x	----------	x

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Conclusión

Con base en la tabla de elección de parámetros, se ha seleccionado el Terreno 1 como la propuesta más adecuada al caso. Este terreno es idóneo por su elevada topografía, la cual evita riesgos de inundación, su cercanía a un aserradero, lo que facilita el acceso a proveedores y hace más competitivos los costos logísticos. Adicionalmente, cuenta con buena accesibilidad y se sitúa en zona de bajo impacto ambiental y en áreas seguras. Si bien los Terrenos 2 y 3 son menos costosos y más accesibles, esos y otros factores no se satisfacen de manera integral. Por eso, el Terreno 1 es la mejor solución, pues permite aumentar la probabilidad de éxito del proyecto en el área rural de San Andrés.

El terreno está localizado en la comunidad de Sigsipamba, cuenta con un área de 284 m2; a continuación, se presenta imágenes del área:

Figura 65. Ubicación del terreno

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Figura 66. Ubicación del terreno

Fuente: Veloz Bryan (2025)

En ausencia de regulaciones específicas para el sector, la propuesta de vivienda considera retiros mínimos de 3 metros en los cuatro lados como medida preventiva que garantiza un respeto armónico y funcional por el medio ambiente.

6.2. Estudio de una situación

Realidad social

En la sociedad actual, la discriminación social se refleja en el tipo de vivienda que poseen las personas, asociando los sistemas constructivos vernáculos con la pobreza. Como consecuencia, las soluciones arquitectónicas más apropiadas suelen destinarse exclusivamente a las élites y clases privilegiadas, mientras que los sectores de bajos ingresos reciben viviendas mínimas. Estas viviendas no cuentan con un análisis adecuado en términos de territorio, cultura y recursos del entorno. Esta situación plantea interrogantes sobre las deficiencias en diversas áreas relacionadas con la construcción de viviendas y destaca un problema mayor: la falta de calidad en la habitabilidad de dichas construcciones.

Huella ecológica

Se reconoce que la construcción contribuye de manera significativa a la degradación ambiental, dado que no siempre se implementa una arquitectura contemporánea que busque equilibrar el uso energético a través del conocimiento de las variables locales, permitiendo, mediante el diseño arquitectónico, crear soluciones óptimas. Sin embargo, esta perspectiva está cambiando. Un ejemplo es la arquitectura vernácula, que surge de la tradición a través de procesos empíricos de ensayo y error, logrando una mayor eficiencia al reducir el consumo de energía y promoviendo una ideología de sostenibilidad al utilizar recursos propios del entorno.

Del mismo modo, se ha reconocido 5 de los 9 principios de la arquitectura bioclimática:

1. Captación y protección solar

Maximiza la ganancia térmica en invierno y minimiza la ganancia térmica en verano. En regiones andinas como Sigsipamba, que tienen climas fríos o templados, es muy importante localizar las aberturas principales hacia el Norte o Noreste porque la radiación directa del sol durante el día será completamente recibida. Se sugiere utilizar vidrio doble/triple para minimizar las pérdidas térmicas. Además, se requiere agregar elementos como aleros, pérgolas, vegetación caducifolia y lamas ajustables que permitan la entrada de rayos solares en invierno y bloqueen en verano; así como colores claros en la fachada para reflejar el calor en climas más cálidos o áreas de larga exposición solar.

En el caso de Sigsipamba, este principio es suficiente para reducir el consumo de energía de calefacción en los meses fríos mediante la ganancia de energía solar pasiva.

2. Inercia térmica

Establece la temperatura del aire interior durante el día y la noche. Se necesita utilizar materiales de alta masa térmica como piedra, tierra compactada o adobe (materiales locales)

para almacenar el calor durante el día y liberarlo por la noche. Esto es ideal para climas con gran amplitud térmica como las regiones andinas, donde las noches son frías y los días son templados.

En vivienda social, esto se traduce en mayor comodidad sin tener que depender de calefacción eléctrica, lo que reduce los costos operativos para familias en apuros económicos.

3. Hermeticidad y control del aire

Controlar la infiltración de aire y ventilación requerida. El envolvente del edificio debe ser hermético para prevenir la pérdida de calor (puentes térmicos, uniones mal ejecutadas). Debe haber una renovación controlada del aire, idealmente utilizando sistemas de ventilación pasiva (ventanas, ventilaciones estratégicas, chimeneas solares). Pruebas como la prueba Blower Door permiten verificar la estanqueidad de la vivienda.

Una buena estanqueidad elimina el malestar térmico y mejora la eficiencia energética en la región de los Andes donde el viento puede ser frío.

4. Aislamiento térmico

Apunta a la transferencia de calor que entra y sale del edificio. Los materiales con conductividad térmica especialmente baja, preferentemente amigables con el medio ambiente, deberían ser: lana de oveja, fibra de celulosa, adobe, paja, entre otros. El grosor del aislamiento debe correlacionarse con el análisis climático del sitio. Es vital aislar adecuadamente el techo y las paredes que están sometidas al ambiente externo.

Esto asegura temperaturas internas más estables, reduciendo la necesidad de calefacción externa o ropa adicional en Sigsipamba.

5. Uso del terreno natural

Integra las características naturales del sitio con el objetivo de utilizar la ventaja térmica que ofrecen las características. Una de las caracteriza se asocia a semi enterrar la casa o aprovechar las pendientes puede aumentar la masa térmica y proporcionar protección contra el viento. Se emplea la tierra misma como barrera contra la sensación térmica del viento o para aumentar la ganancia solar. Promueve el uso de materiales locales como tierra, piedra o vegetación, lo que reduce la huella ecológica de la región.

Estos factores, como en Sigsipamba, reducen los costos de construcción y transporte en áreas rurales y fortalecen la identidad cultural y estética de la región.

6.3. El problema “Situación estructurante”

Se plantea un enfoque novedoso en el diseño de viviendas que contemple de manera cuidadosa los materiales empleados, junto con las características del paisaje, el territorio y la

cultura. Este enfoque tiene como objetivo desarrollar una nueva sensibilidad en las intervenciones arquitectónicas. En resumen, se busca crear una conexión entre lo vernáculo y lo contemporáneo, adaptándose al entorno natural para satisfacer las necesidades del usuario, al tiempo que se minimiza el impacto ambiental y se reduce la huella ecológica generada.

"Desarrollar una vivienda habitable, confortable y con sentido bioclimático".

6.4. Objetivo de propuesta de vivienda social

Proponer una iniciativa de vivienda accesible y apropiada para San Andrés y sus áreas rurales, que mantenga el respeto hacia el entorno y las técnicas constructivas vernáculas, al mismo tiempo que integre los principios de la arquitectura bioclimática.

6.5. Estrategias

a. Materiales

Se utilizarán materiales apropiados para desarrollar una propuesta que sea ambientalmente sostenible y, al mismo tiempo, ponga énfasis en la comodidad del usuario, con el propósito de fomentar un entorno confortable y habitable en la vivienda.

Figura 67. Materiales

Cubierta: teja | Estructura: madera | Pisos: Ladrillo y madera | Paredes: adobe

Fuente: Veloz Bryan (2025)

A continuación, se presenta una tabla donde se detallan las propiedades térmicas de los materiales que se utilizará en esta propuesta. Estos materiales fueron considerados debido a su alta capacidad para generar eficiencia térmica.

Tabla 26. Materiales para la propuesta de la vivienda

Materiales	Uso	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/m.K)	Densidad (kg/m3)	Calor específico (J/kg.K)
Teja cerámica	Cubierta	0,05	0,76	1650	879
Madera Eucalipto	Estructura	0,2	0,199	797	1410
Madera Eucalipto	Piso, puertas y ventanas	0,1	0,199	797	1410
Adobe	Paredes	0,4	0,587	1550	1480
Ladrillo	Pisos	0,08	0,405	1700	980

Fuente: Veloz Bryan (2025)

b. Reinterpretación de la arquitectura vernácula

El análisis de la arquitectura vernácula tiene como objetivo promover una interacción armónica con el entorno sin comprometer la coherencia con el contexto circundante.

c. Recursos naturales y locales

El uso de materiales locales ayuda a reducir los costos relacionados con la adquisición de insumos, facilitando también el acceso a recursos como tierra, madera y piedra.

Figura 68. Recursos naturales y locales

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Los recursos naturales para el desarrollo de esta propuesta constructiva provienen de la zona rural de San Andrés, aspecto necesario para llevar a cabo un sistema constructivo vernáculo. La tierra utilizada para el adobe es de tipo franco arcillo-arenoso y se extrae de la zona de Sigsipamba. La madera tanto de eucalipto para estructura, pisos y vanos, como de pino para mobiliario, proviene de un aserradero local en Sigsipamba. Del mismo modo, la piedra negra para sillares y la piedra de zanja para cimentación suelen ser extraídas de canteras que se ubican

en San Andrés. El uso de materiales locales da lugar a la sostenibilidad, identidad cultural y coherencia con el entorno.

Tabla 27. Recursos naturales y locales para la propuesta

Recurso natural	Uso	Tipo	Lugar
Tierra	Adobe	Franco arcillo-arenoso	Sigsipamba
Madera	Pisos - estructura-vanos	Eucalipto	Aserradero sigsipamba
Madera	Muebles - closets	Pino	Aserradero sigsipamba
Piedra	Sillares	Piedra negra	Cantera san andres
Piedra	Cimentación	Piedra de zanja	Cantera san andres

Fuente: Veloz Bryan (2025)

d. Modulación

Se ofrece una flexibilidad en la gestión modular, tanto en términos de espacio como en la estructura de los materiales, lo que permite reducir los tiempos de ejecución del proyecto al simplificar su ensamblaje.

La modulación del espacio permitirá establecer una zonificación adecuada para las viviendas, que incluirá áreas privadas, de servicio, sociales y de circulación.

- Área privada: Dormitorio 1 y dormitorio 2
- Área de servicio: Baño completo, lavandería y cocina
- Área social: Sala y comedor
- Circulación: Hall y portal

e. Zonificación

La disposición del espacio se basa en el diseño típico de las viviendas sociales aisladas promovidas por el MIDUVI, aunque se da prioridad a las tradiciones culturales ancestrales de las viviendas andinas. Un aspecto clave en esta propuesta es el portal de entrada, cuya relevancia se manifiesta en las construcciones vernáculas. Este espacio actúa como un punto de encuentro, de conexión, o simplemente como un área destinada a la contemplación del entorno.

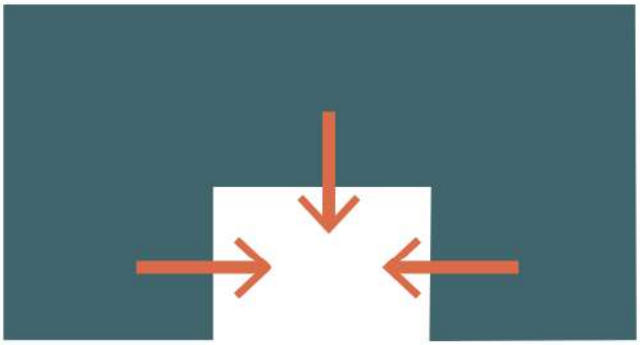
Figura 69. Esquema de zonificación de área de la vivienda

Fuente: Veloz Bryan (2025)

f. Tipología de vivienda

La clasificación de las viviendas en forma de U se origina en la similitud que presenta su disposición en el plano con dicha letra. Aunque la letra U es, por su naturaleza, curvilínea, el diseño arquitectónico de este tipo de vivienda se fundamenta en líneas rectas, lo cual contribuye a otorgar una percepción de cohesión y uniformidad al conjunto habitacional.

Figura 70. Esquema de tipología de vivienda en U



Fuente: Veloz Bryan (2025)

Como resultado, el espacio abierto central se encuentra parcialmente delimitado, lo que refleja la conexión entre todas sus áreas y el portal, un elemento clave en las viviendas ancestrales andinas, el cual ha sido preservado en esta propuesta de vivienda social.

g. Orientación

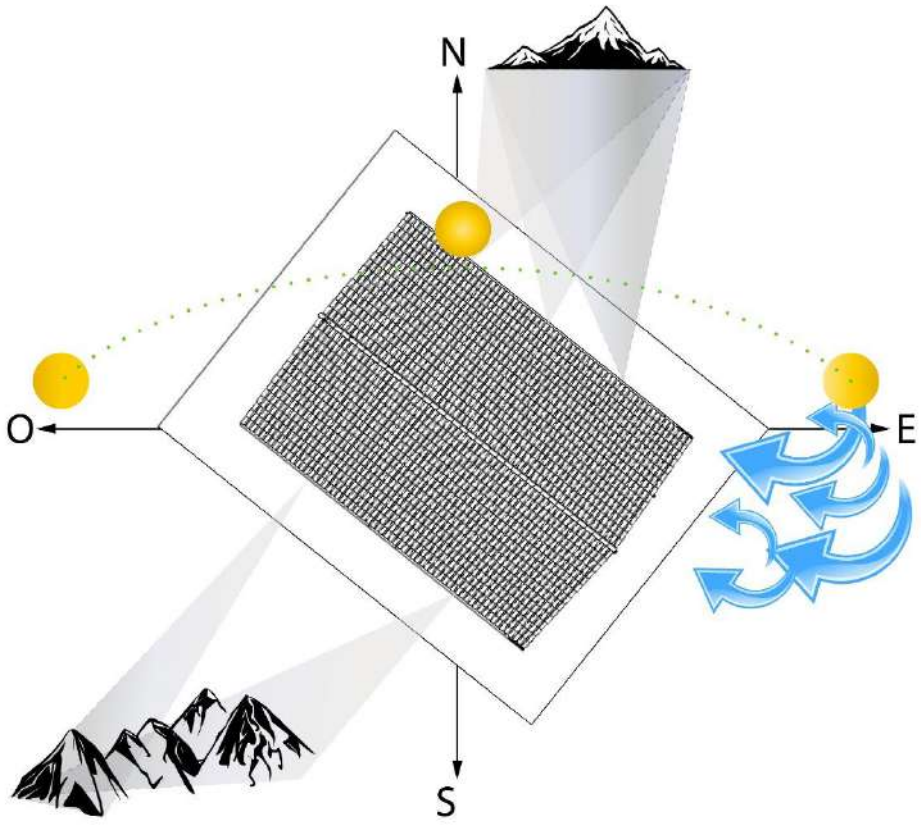
La orientación del edificio es crucial para optimizar la captación de energía solar. Se ha diseñado un rectángulo con sus lados más largos orientados hacia el noreste y suroeste, lo que permite que nuestra fachada principal aproveche al máximo la energía solar durante el día. Además, esta orientación ofrece vistas panorámicas impresionantes de las zonas rurales de San Andrés hacia el majestuoso volcán Chimborazo. Al utilizar vidrio en las fachadas orientadas hacia el noreste y suroeste, no solo se aprovecha el calor solar, sino que también se disfrutan las vistas del paisaje, creando una conexión armoniosa entre el edificio y su entorno natural.

Tabla 28. Orientación para espacios

Espacios	Orientación	Justificación
Baño	Sur suroeste	Es un espacio que no necesita contar con rayos solares, ya que solo lo visitamos algunas veces. Sin embargo, su ventilación es muy importante
Sala comedor	Norte noreste	Son espacios donde podemos pasar largos periodos de tiempo, por esa razón es que cuenten con temperaturas más cálidas.
Cocina	Sur sureste	Es un espacio que no tiene mucha necesidad de ingreso de rayos solares, ni tampoco que sea un espacio cálido. Las actividades que se realizan ahí generan suficiente calor.
Habitación	Norte noreste noroeste	Con esta localización aseguramos que siempre se cuente con rayos solares, y sean espacios más cálidos.

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Figura 71. Orientación de vivienda

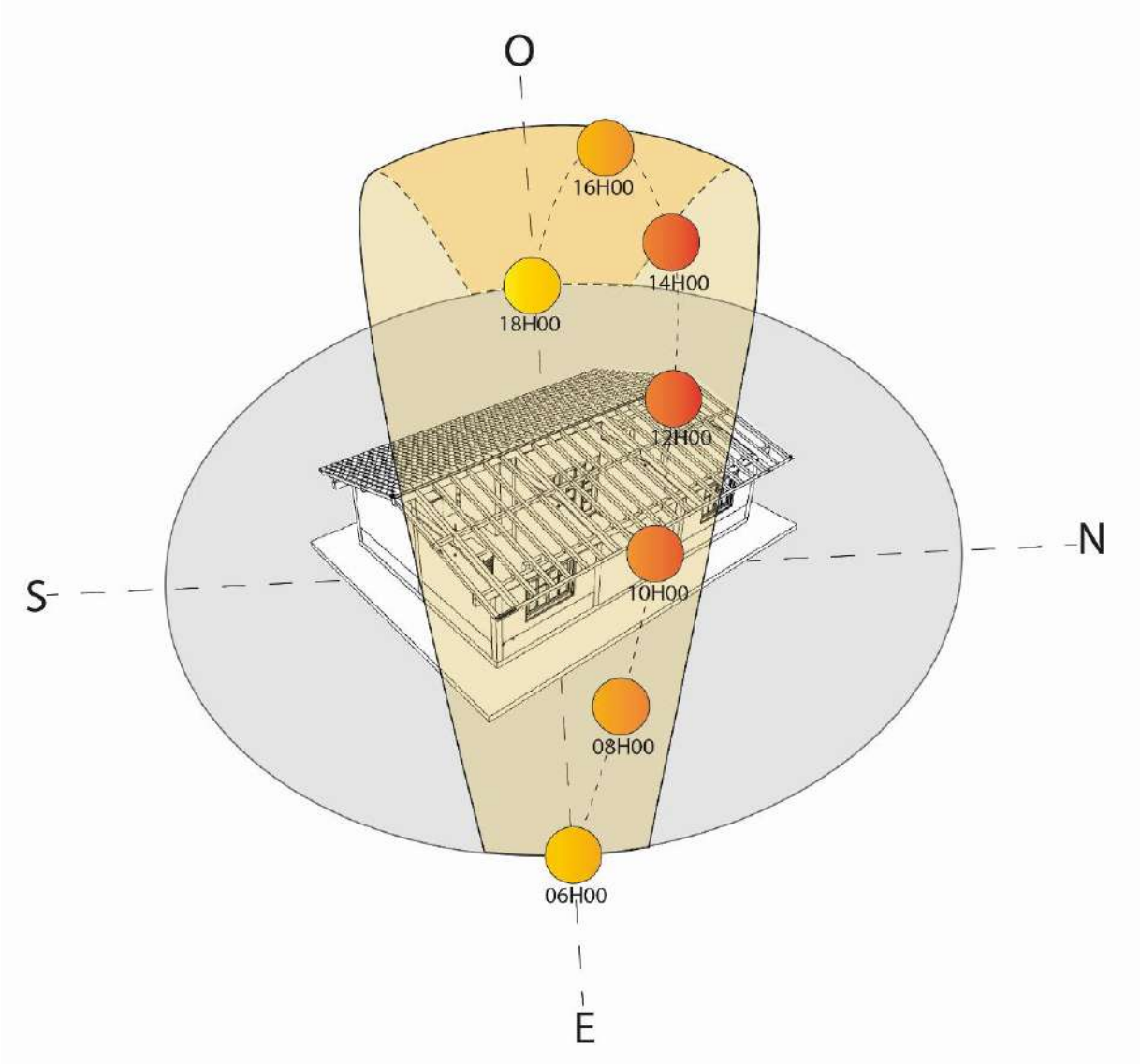


Fuente: Veloz Bryan (2025)

h. Asoleamiento

Una de las principales preocupaciones es reducir al mínimo las pérdidas de calor y maximizar la ganancia solar útil, evitando tanto la pérdida de calor como la entrada de aire frío. Para implementar calefacción solar pasiva, se emplean estrategias de ganancia directa a través de ventanas orientadas hacia el este y el oeste, así como ganancia indirecta mediante muros de tierra. La luz natural entra directamente en los espacios interiores a través de ventanas diseñadas para este propósito, permitiendo que la radiación solar que incide sobre el edificio sea absorbida por los muros, techos y aberturas.

Figura 72. Asoleamiento

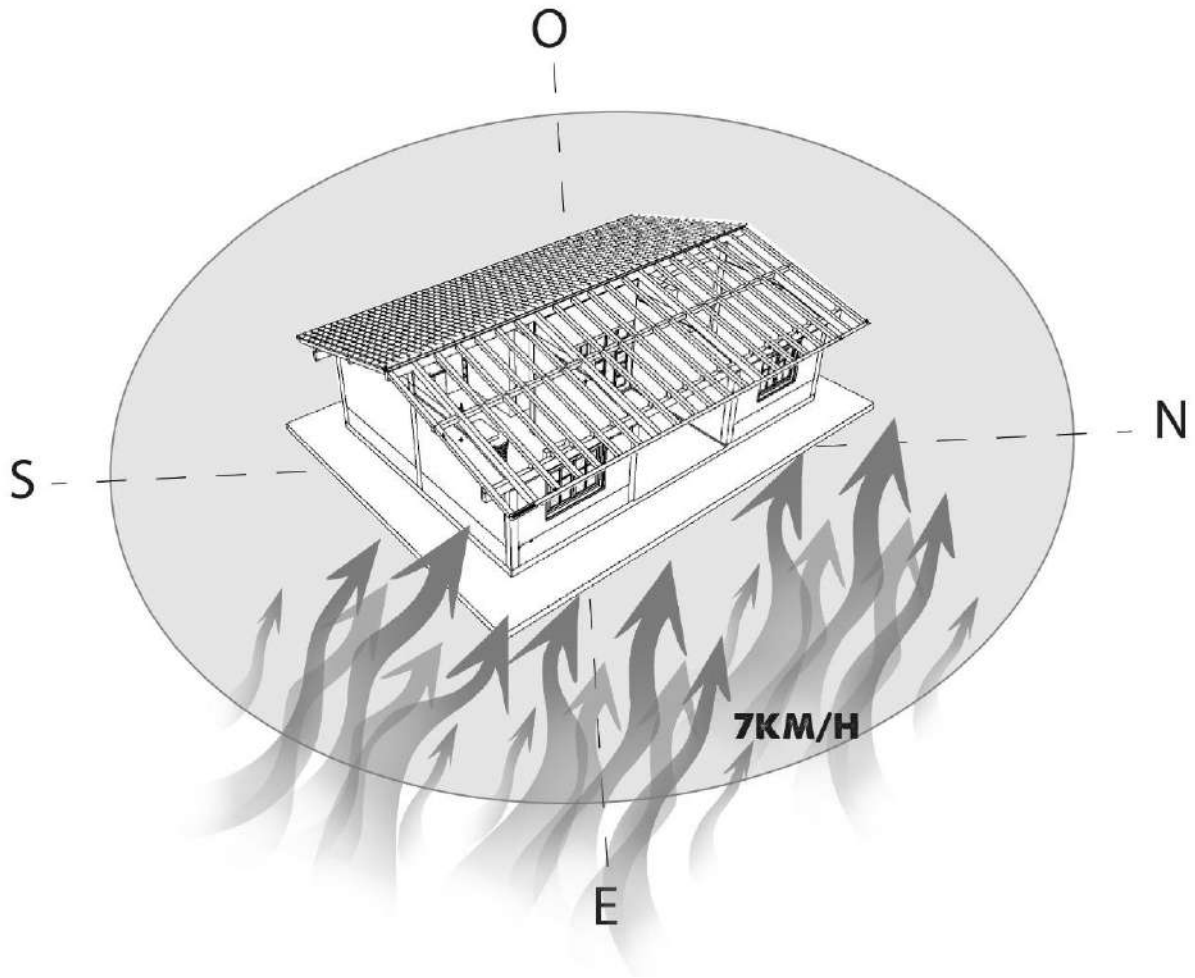


Fuente: Veloz Bryan (2025)

i. Ventilación

Aunque el principal objetivo es aprovechar la radiación solar para calentar la edificación, también se presta especial atención a una adecuada ventilación. Esta se logra mediante la apertura controlada de las ventanas, siendo fundamental la orientación correcta de los espacios para favorecer la ventilación aprovechando los vientos predominantes del noreste y este, que presentan una velocidad media de entre 6 y 7 km/h. Además, se gestiona de manera eficiente la humedad relativa, cuya media alcanza el 71%.

Figura 73. Ventilación



Fuente: Veloz Bryan (2025)

j. Estrategia ambiental

Barrera Vegetal

Como estrategia ambiental para mitigar el impacto de los vientos en las principales entradas a la vivienda y protegerla de posibles daños, se implementa una barrera vegetal que actúa como cortavientos natural. Esta barrera se compone de tres hileras de vegetación: una primera franja de arbustos, seguida de árboles de mediana altura (codominantes) y finalmente, una hilera de vegetación alta (dominantes) de aproximadamente 4 metros de altura. Al agruparse, estas hileras de vegetación desvían los vientos en otra dirección, protegiéndola efectivamente y minimizando la entrada de corrientes de aire frío que puedan afectar la temperatura interior.

Figura 74. Estrategia ambiental

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Captación de aguas lluvias

El objetivo principal de esta estrategia es implementar un sistema de captación y almacenamiento de agua de lluvia que sea fácil y económico, para utilizarla en diversas actividades que beneficien a la comunidad y promuevan la sostenibilidad.

El agua captada tendría distintos usos, los cuales son:

- Producción agrícola: riego de chakras o huertos familiares para mejorar la seguridad alimentaria y promover la agricultura sostenible.
- Consumo animal: abastecimiento de agua para el abrevadero y limpieza de corrales, mejorando la salud y bienestar de los animales.
- Quehaceres domésticos: suministro de agua para el lavado de ropa y aseo de la vivienda, mejorando la calidad de vida de las familias.

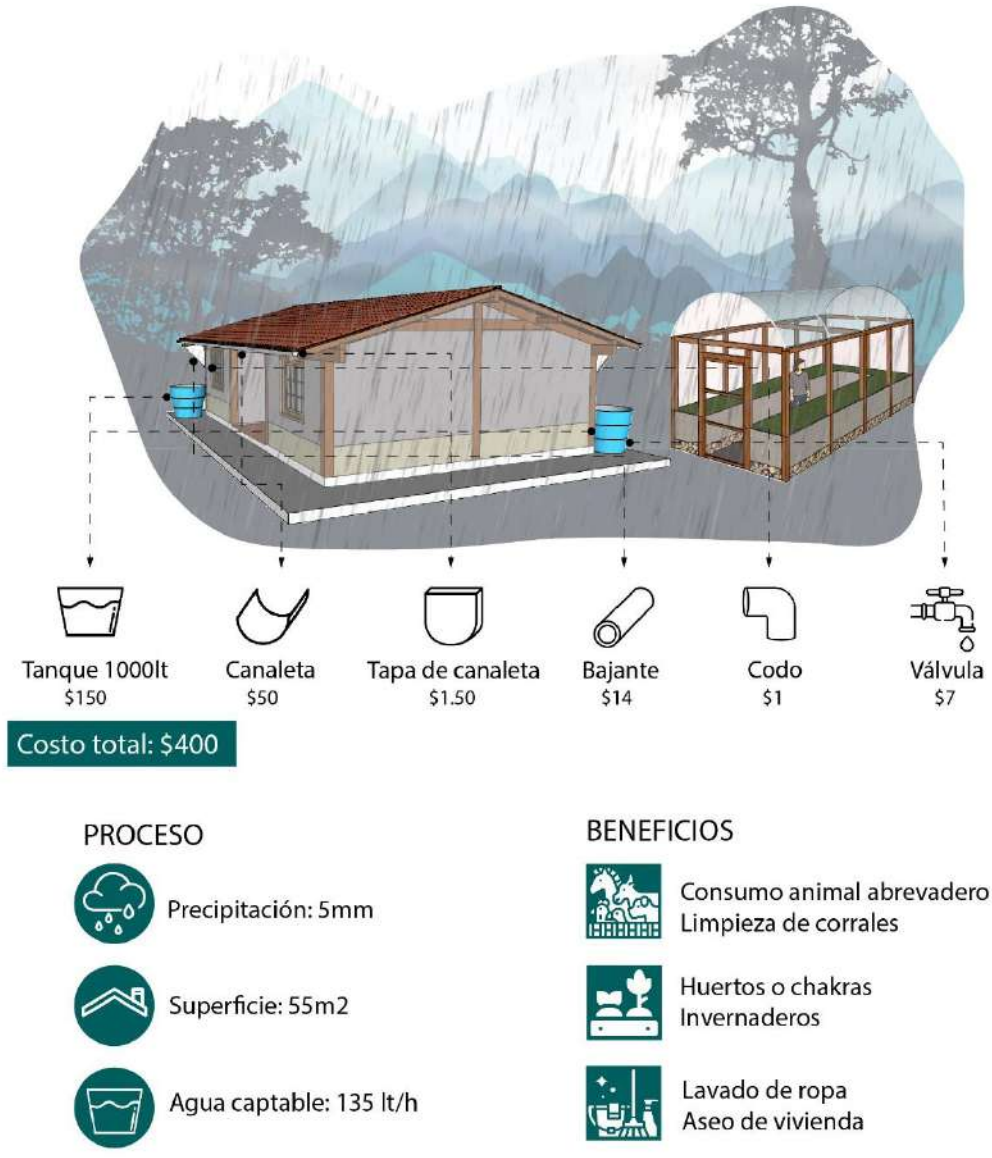
Y sus beneficios son:

- Ahorro de agua: reducción del consumo de agua potable para actividades no esenciales.

- Sostenibilidad: promoción del uso sostenible del recurso hídrico y reducción de la dependencia de fuentes externas.

- Mejora de la calidad de vida: aumento de la disponibilidad de agua para actividades esenciales y mejora de la salud y bienestar de la comunidad.

El sector de Sigsipamba al ubicarse en un piso climático de alta montaña con más de 3500msnm su temperatura puede descender hasta los 4°C, y la cantidad de lluvia (precipitación pluvial) va de los 500 a 750 mm anuales, y la mayoría de los aguaceros son de larga duración, pero de baja intensidad, la misma que se calcula que tiene una intensidad de lluvia por hora de 5mm, y nuestra cubierta tiene una superficie de 110m2, obteniendo un resultado de captación de agua de 275 litros por hora.



Fuente: Veloz Bryan (2025)

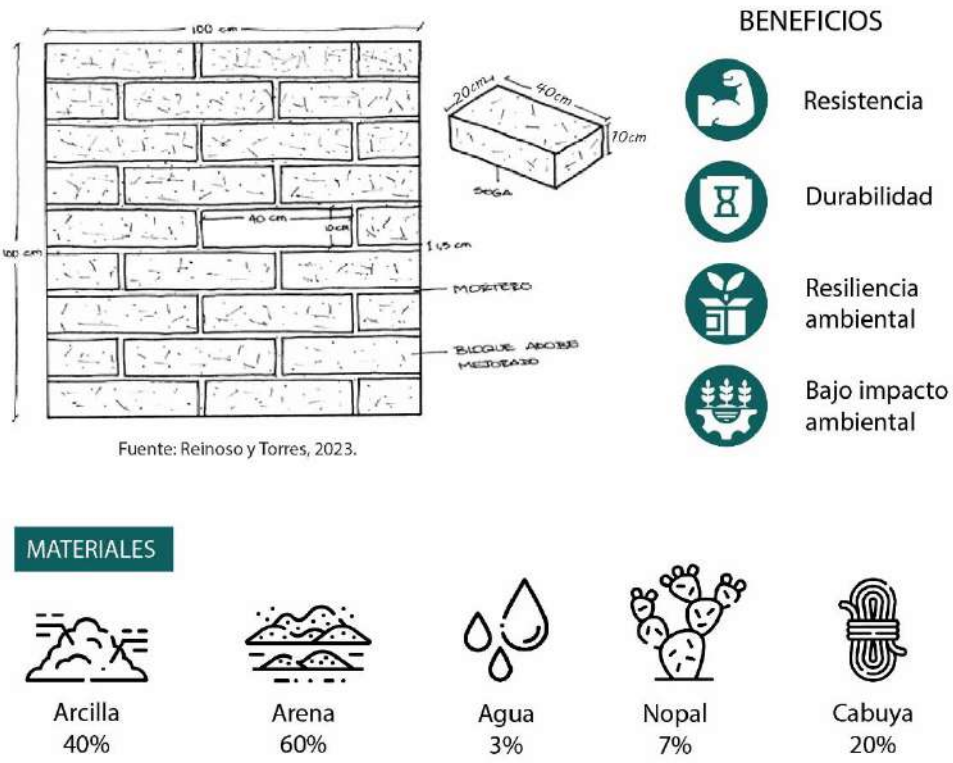
Muro de Adobe mejorado

El adobe es un material de construcción tradicional que ha sido utilizado durante siglos debido a sus excelentes cualidades: es un buen aislante térmico, tiene un bajo costo y es respetuoso con el medio ambiente. Sin embargo, su durabilidad se ve limitada por factores climáticos extremos como lluvias, vientos y sismos, lo que afecta especialmente a zonas andinas como Chimborazo, donde los cambios climáticos son intensos y las lluvias frecuentes.

Para abordar este desafío, nuestra propuesta de vivienda plantea la mejora del adobe tradicional mediante la incorporación de materiales alternativos que promuevan una arquitectura sustentable y sostenible. Al mismo tiempo, buscamos recuperar la arquitectura vernácula en tierra y los saberes ancestrales que la acompañan, ya que estos forman parte importante del patrimonio cultural del Ecuador.

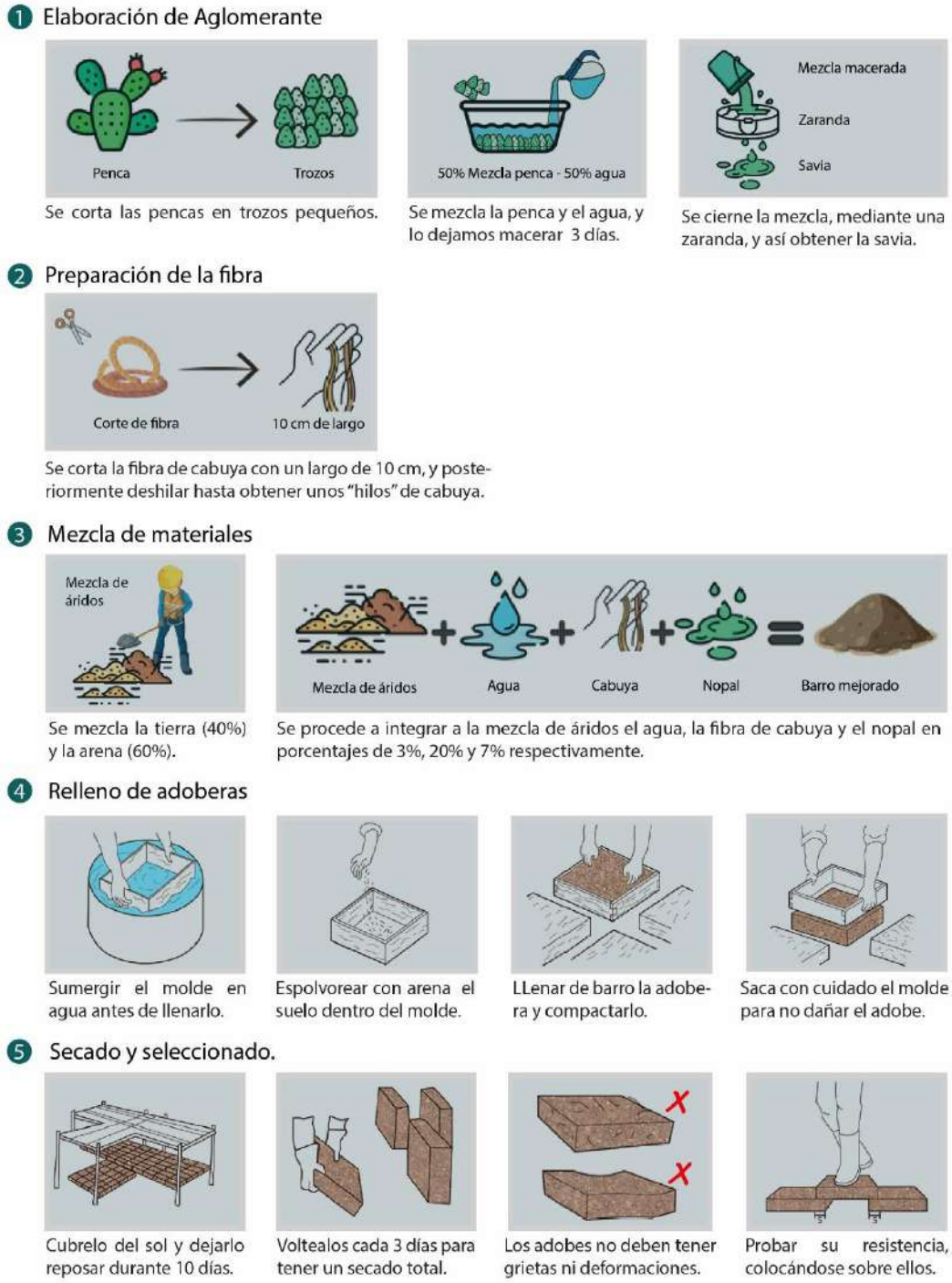
De esta manera, pretendemos combinar la tradición con la innovación para crear viviendas más resistentes y sostenibles que se adapten a las condiciones climáticas de la región y preserven la identidad cultural de la zona.

Entre los principales beneficios del adobe mejorado se destacan: una mayor resistencia y durabilidad en comparación con el adobe tradicional, así como su condición de sistema constructivo sostenible y de bajo impacto ambiental, lo que lo hace una opción más respetuosa con el medio ambiente



Fuente: Reinoso y Torres, 2023.

Para la obtención del adobe mejorado se ha seguido un manual de construcción de adobe, que tiene como objetivo presentar de manadera práctica y sencilla la elaboración de adobes mejorados que brinden seguridad a la vivienda. El mismo que tiene un proceso minucioso que se detalla a continuación. (Reinoso y Torres, 2023).



Fuente: Bryan Veloz, 2025

6.6. Propuesta Formal

La propuesta se basa en el uso de materiales locales como tierra, madera y piedra, presentando estos elementos en las fachadas de manera natural. Este enfoque busca rendir homenaje a las técnicas tradicionales del adobe, actualizándolas a un lenguaje y práctica constructiva moderna. La iniciativa pretende mantener viva y en constante evolución la arquitectura vernácula, contribuyendo al proceso de transformación que dio origen a lo que hoy conocemos como arquitectura tradicional. Al diseñar una vivienda de este tipo, se busca que el edificio no solo se integre, sino también armonice con el entorno rural de San Andrés, logrando que se integre con el paisaje circundante. Esta consideración está pensada para los futuros habitantes, garantizando que conserven su identidad cultural y se sientan orgullosos de su herencia histórica.

6.7. Diseño arquitectónico

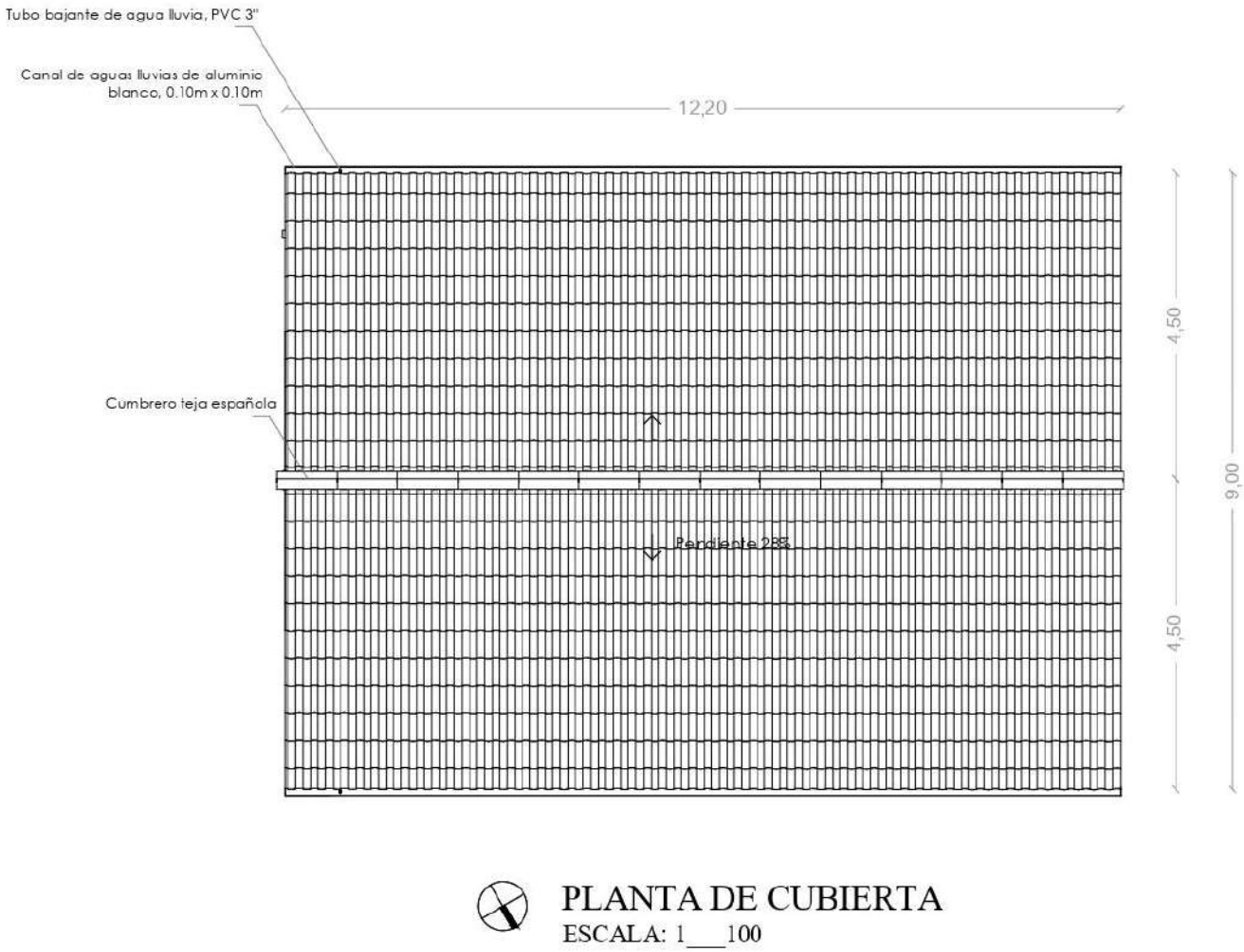
6.7.1. Planos arquitectónicos

Figura 75. Planta baja

PLANTA BAJA N+(0.20)
ESCALA: 1___100

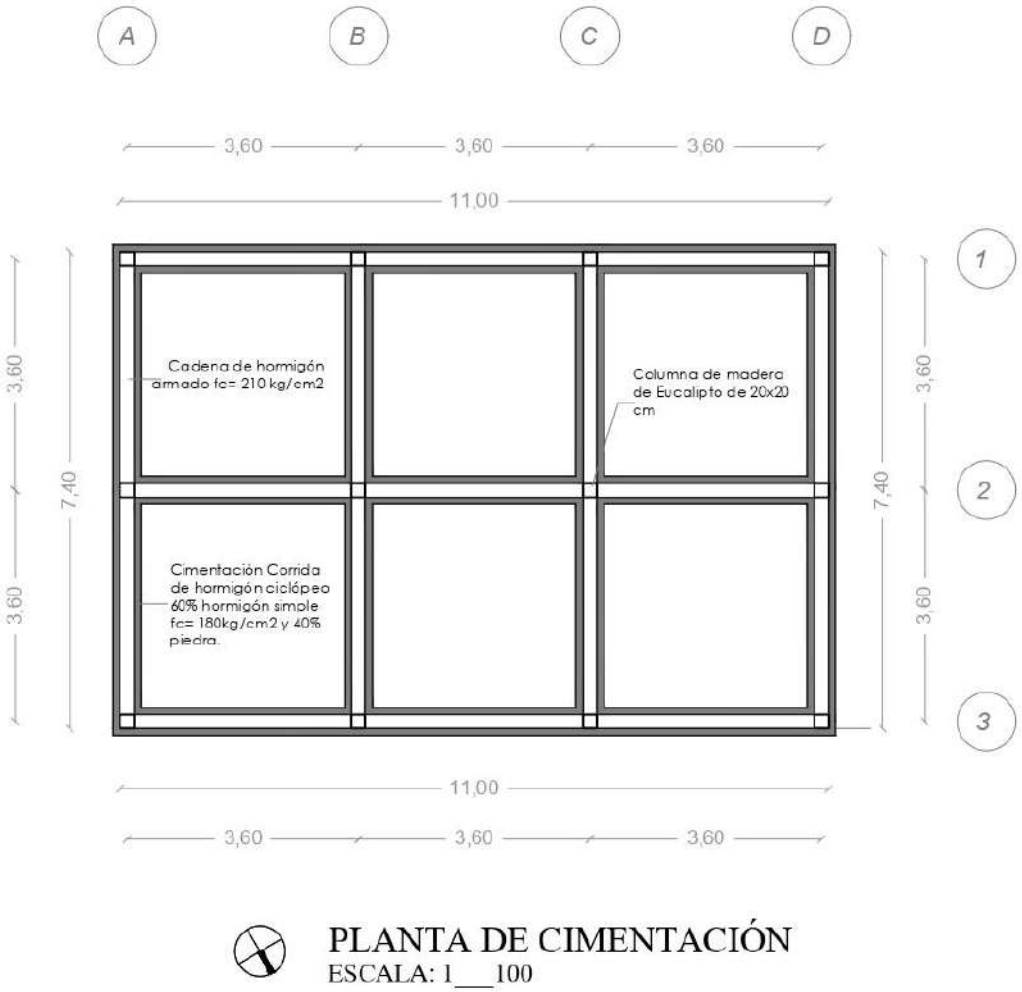
Fuente: Veloz Bryan (2025)

Figura 76. Planta de cubierta



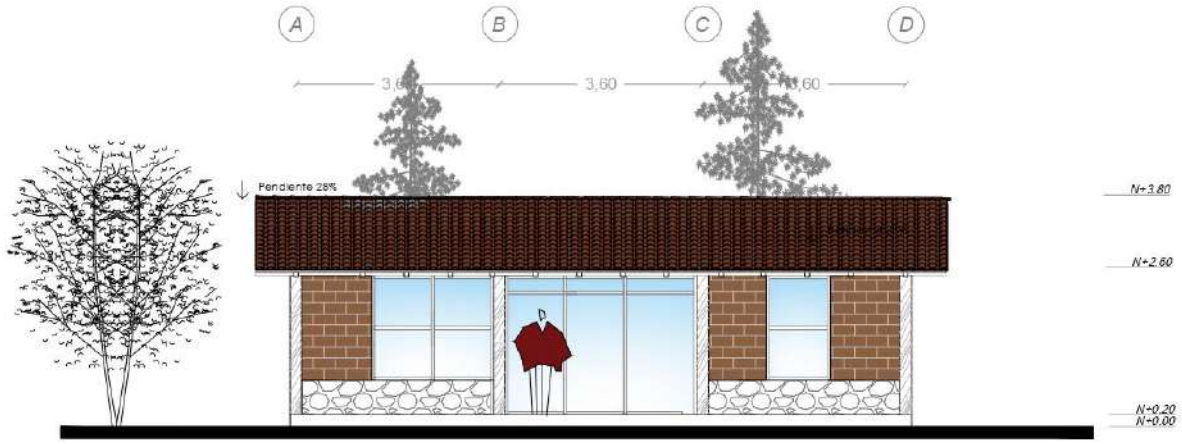
Fuente: Veloz Bryan (2025)

Figura 77. Planta de cimentación

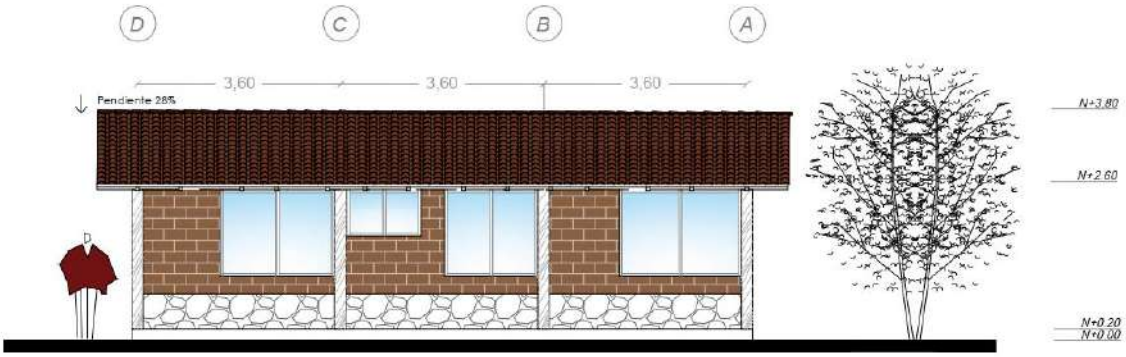


Fuente: Veloz Bryan (2025)

Figura 78. Fachada frontal y posterior



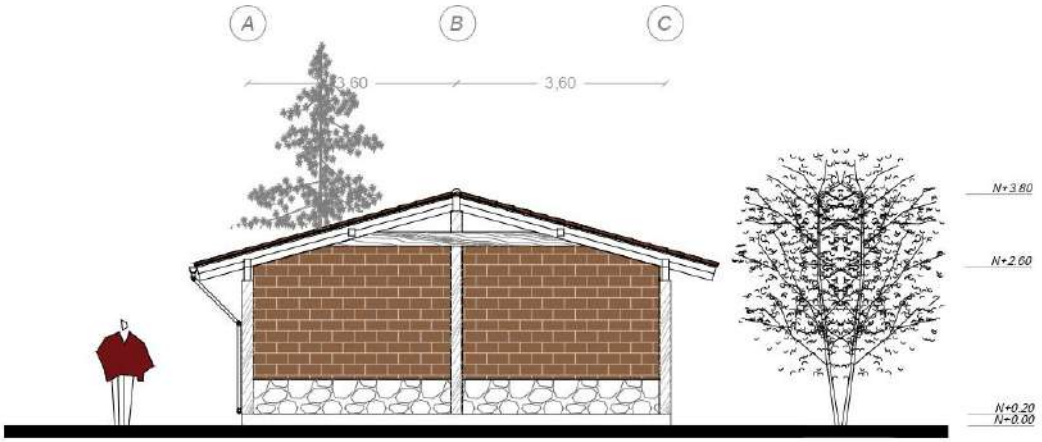
FACHADA FRONTAL
ESCALA: 1___100



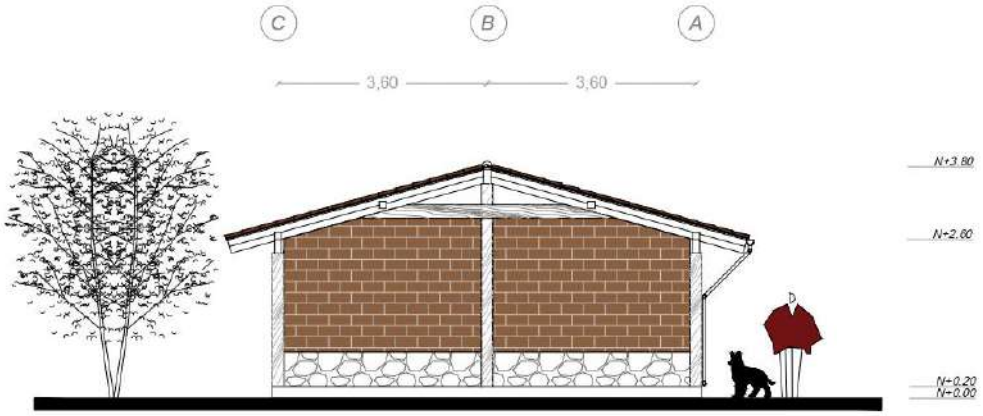
FACHADA POSTERIOR
ESCALA: 1___100

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Figura 79. Fachada laterales



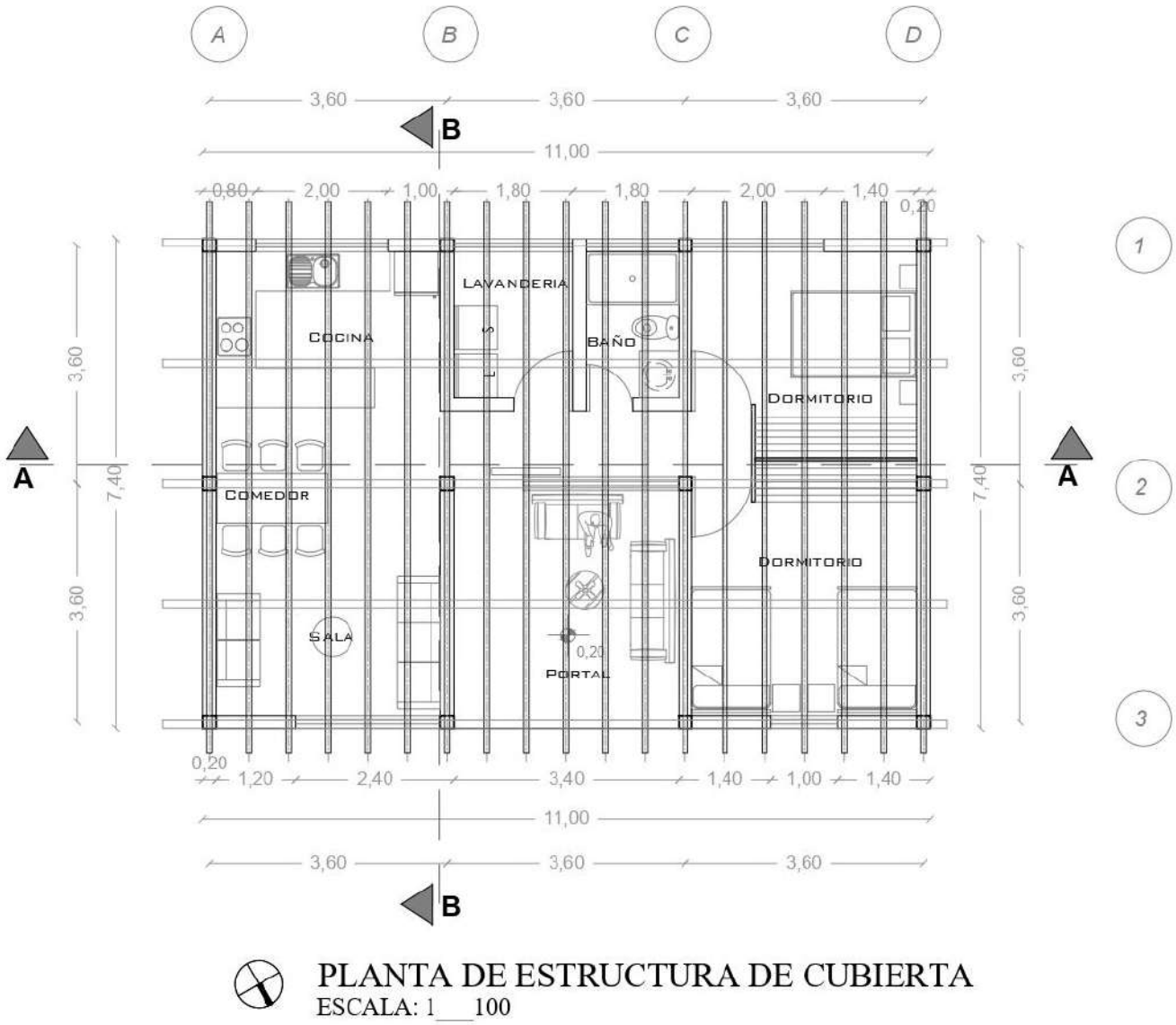
FACHADA LATERAL DERECHA
ESCALA: 1___100



FACHADA LATERAL IZQUIERDA
ESCALA: 1___100

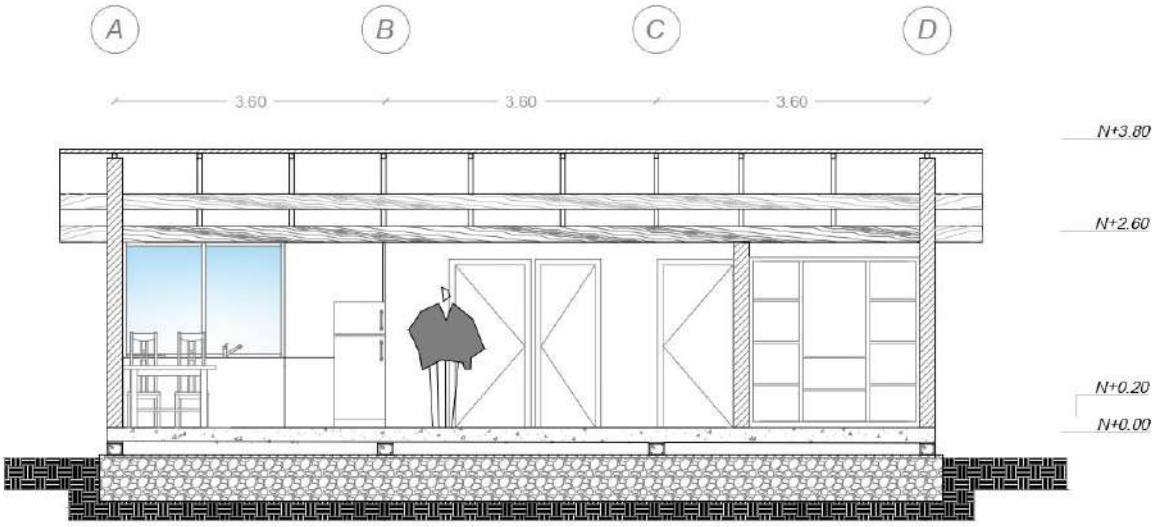
Fuente: Veloz Bryan (2025)

Figura 80. Planta de estructura de cubierta



Fuente: Veloz Bryan (2025)

Figura 81. Cortes A y B



CORTE A-A
ESCALA: 1___75

CORTE B-B
ESCALA: 1___75

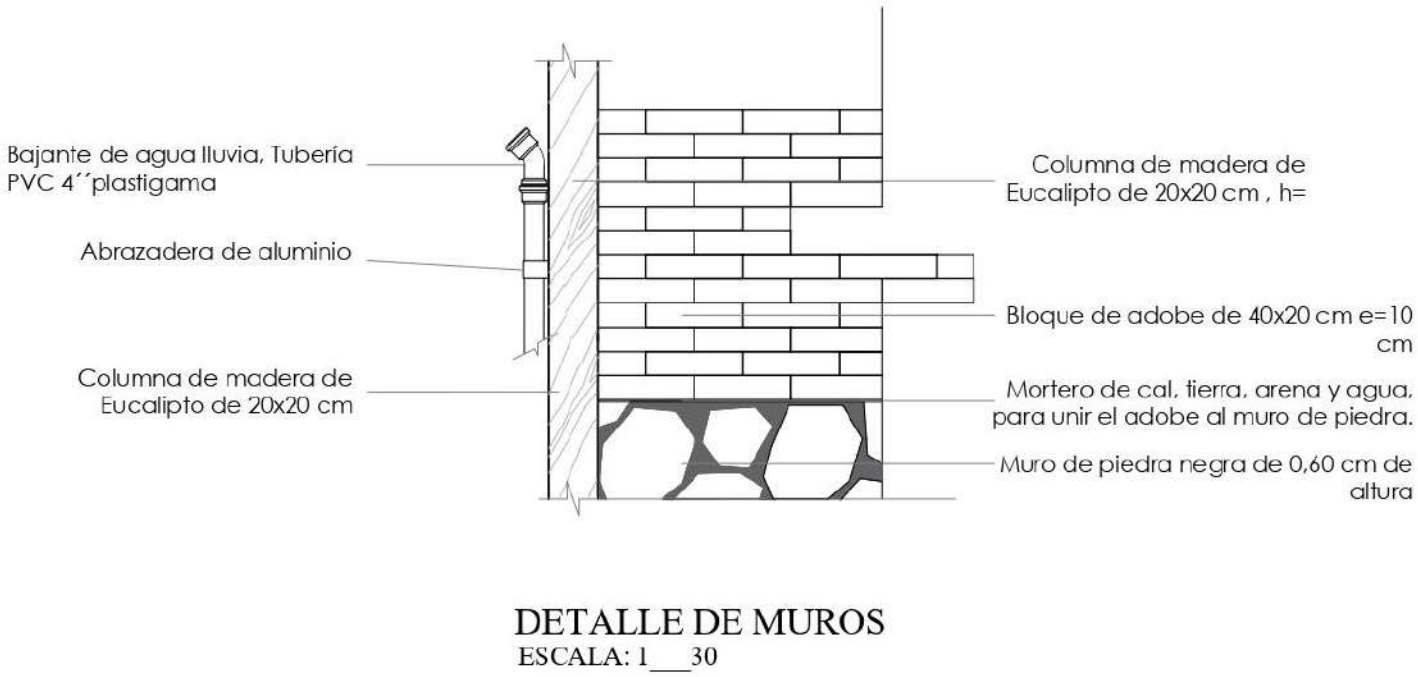
Fuente: Veloz Bryan (2025)

6.7.2. Detalles constructivos

Una vez definida la ubicación ideal de la vivienda mediante estrategias de diseño, el siguiente paso es determinar qué materiales son los más adecuados para las fachadas o envolventes del proyecto. Los elementos constructivos, siguiendo criterios de sostenibilidad, deben ofrecer un ambiente confortable para los ocupantes. Es esencial aprovechar las propiedades de los materiales en cuanto a la pérdida o ganancia de calor, con el fin de reducir al mínimo el consumo energético (Rivas, 2017).

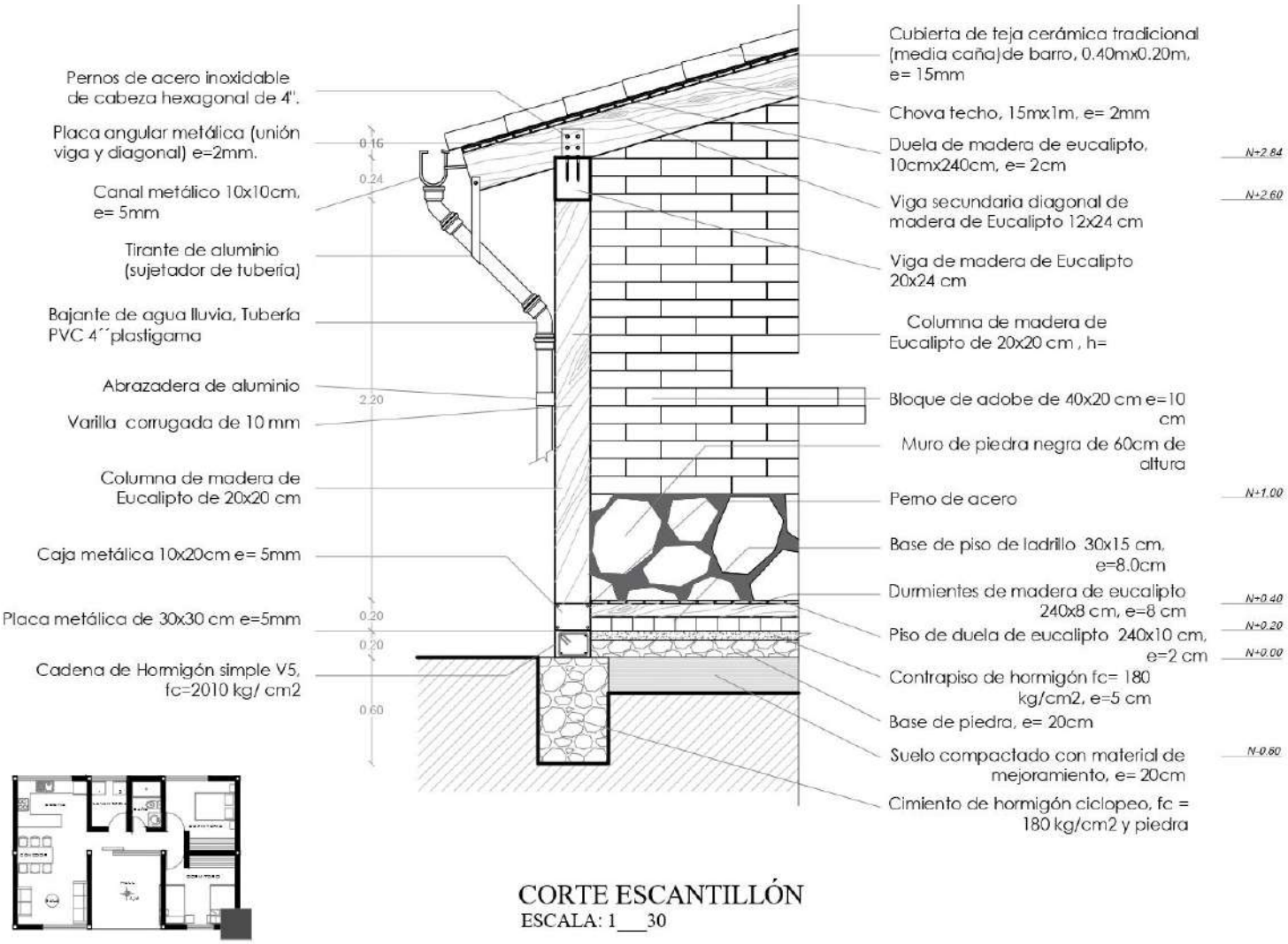
En este sentido, se utilizan paredes de tierra para evitar la entrada de frío y conservar el calor acumulado durante el día. Este material tiene la capacidad de almacenar una gran cantidad de energía térmica durante el día, contribuyendo a mantener una temperatura constante en el interior. Gracias a su alto calor específico, su densidad elevada y su baja conductividad térmica, libera el calor almacenado por la noche, lo que ayuda a estabilizar la temperatura en la vivienda.

Figura 82. Detalles de muros



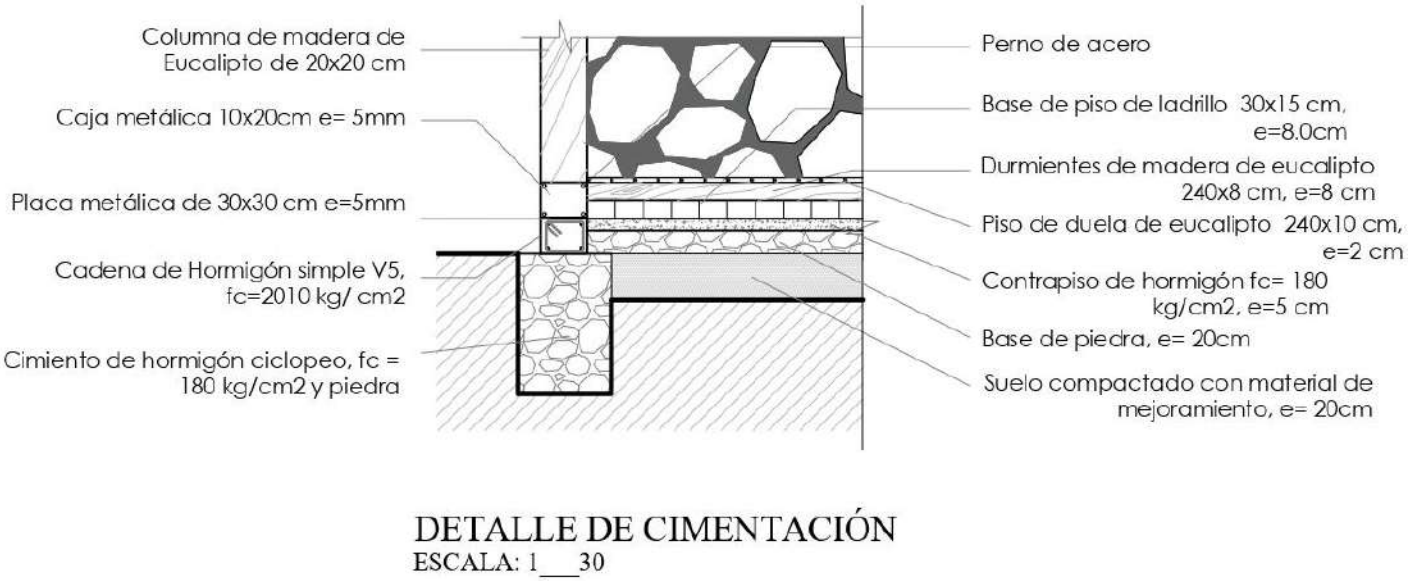
Fuente: Veloz Bryan (2025)

Figura 83. Detalle escantillón



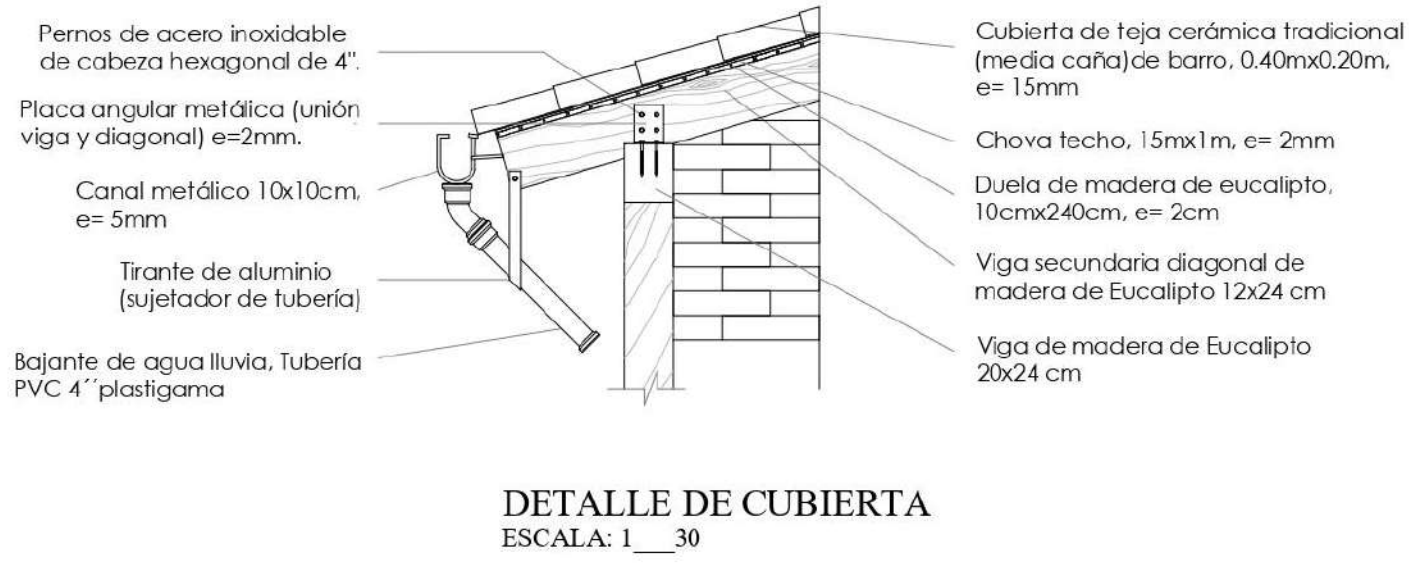
Fuente: Veloz Bryan (2025)

Figura 84. Detalles de cimentación



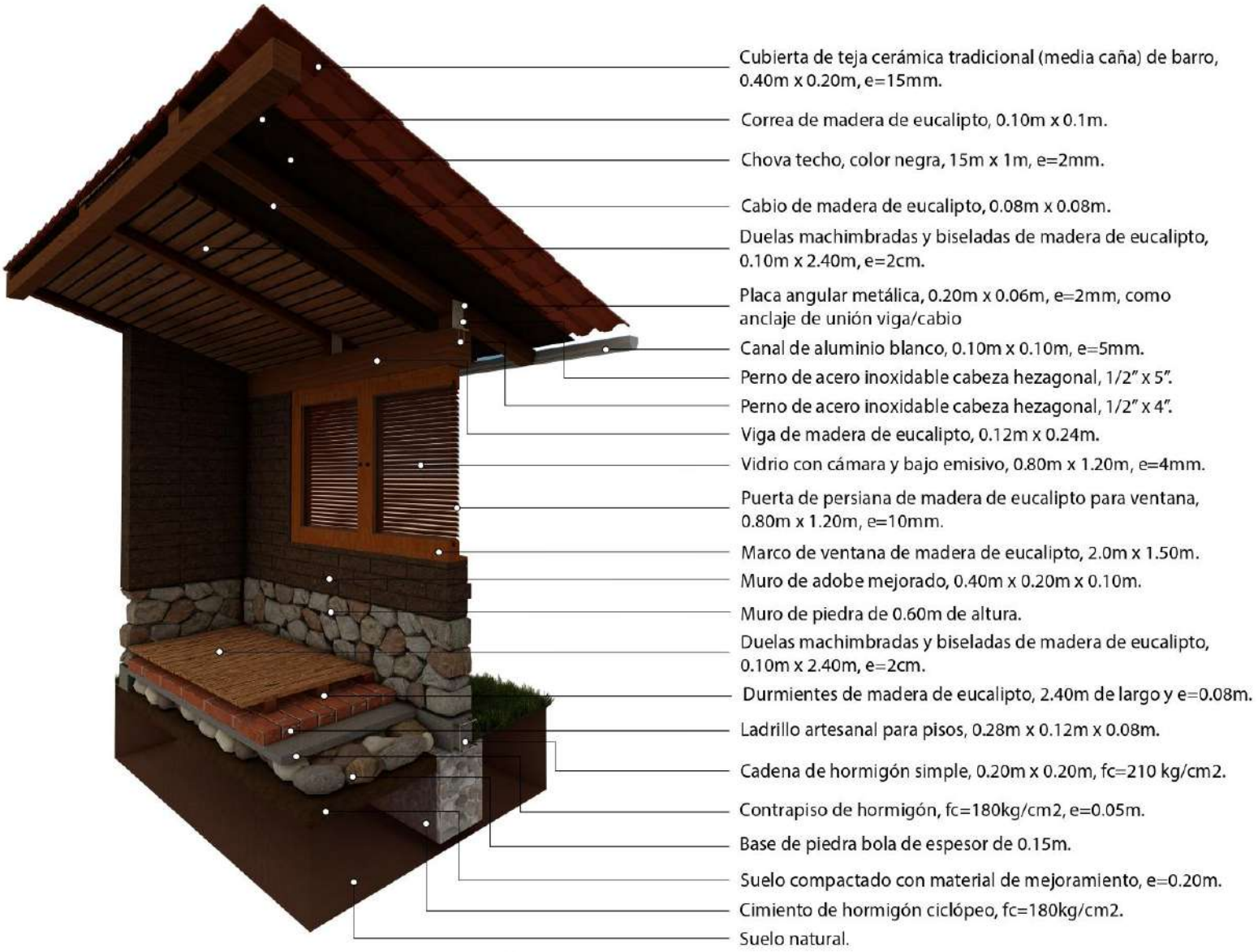
Fuente: Veloz Bryan (2025)

Figura 85. Detalle de cubiertas



Fuente: Veloz Bryan (2025)

Figura 86. Corte escantillón isométrico

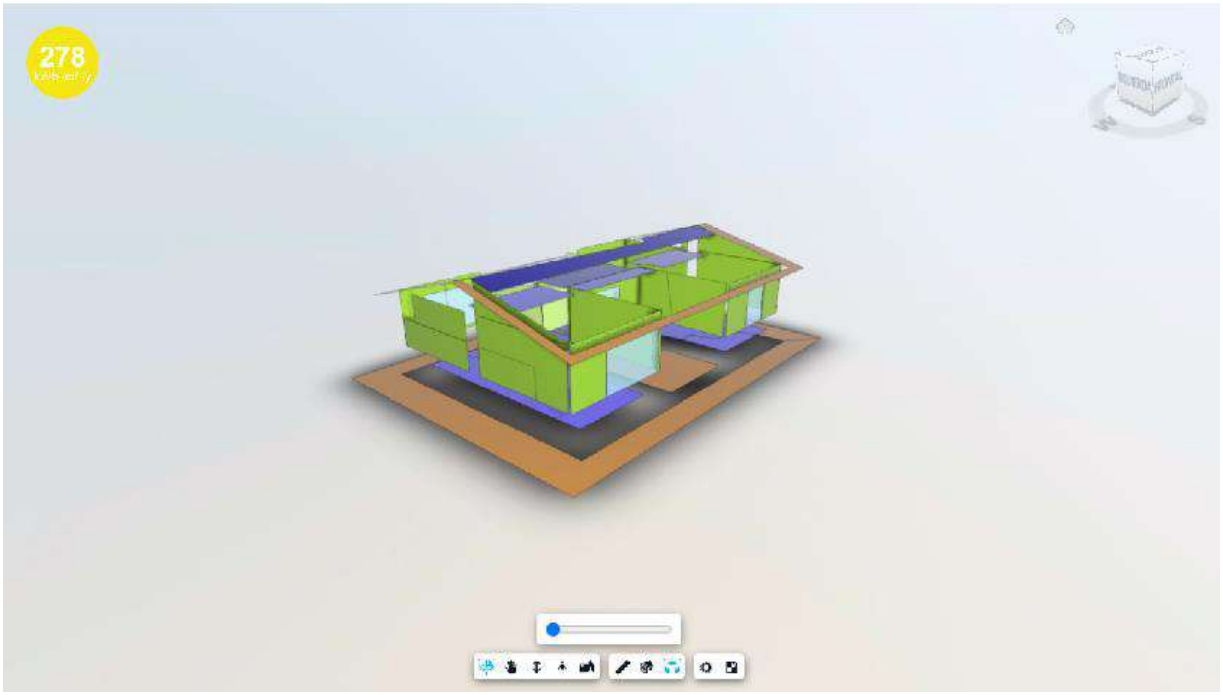


CORTE ESCANTILLÓN ISOMÉTRICO
Escala: S/E

Fuente: Veloz Bryan (2025)

6.7.3. Análisis de con Revit insight

Figura 87. Análisis de con Revit insight



Fuente: Veloz Bryan (2025)

Después de realizar el análisis de eficiencia térmica utilizando el software Revit Insight, se ha demostrado que la propuesta de vivienda logra una eficiencia térmica significativamente mejor que las tres viviendas analizadas. En comparación con las viviendas de adobe, piedra y bahareque, que presentan consumos de energía de 356 kWh/m²y, 480 kWh/m²y, y 379 kWh/m²y respectivamente, nuestra propuesta de vivienda alcanza un consumo de energía 278 kWh/m²y por debajo del promedio de las viviendas analizadas.

6.8. Memoria técnica

Esta propuesta, además de integrar criterios de diseño propios de las viviendas vernáculas, se orienta hacia la transmisión del concepto de sostenibilidad. Aunque se desvía de los enfoques constructivos tradicionales, la vivienda pretende ser una alternativa innovadora frente a las opciones existentes, resaltando la identidad y la capacidad de crear un espacio habitable mediante el enfoque constructivo del proyecto.

Los materiales principales empleados en la construcción son la madera y la tierra, logrando una fusión entre la arquitectura contemporánea y la vernácula, lo cual permite que la vivienda se integre armoniosamente con su entorno y contexto.

6.8.1. Cimentación

El sistema de cimentación de la vivienda utiliza cimiento de hormigón simple con una resistencia de f'c=180 kg/cm², reforzado con piedra para proporcionar una base sólida. La cimentación incluye un suelo compactado con material de mejoramiento de 20 cm de espesor para asegurar la estabilidad del terreno. Sobre esta base se coloca un replantillo de hormigón de f'c=180 kg/cm² y 5 cm de espesor, sobre el cual se instala un piso de ladrillo de 30x15 cm con un espesor de 2.5 cm.

Las columnas de la estructura están hechas de madera de eucalipto de 20x20 cm, reforzadas con una caja metálica de 10x20 cm y un espesor de 5 mm. Además, se utiliza una placa metálica de 30x30 cm y 5 mm de espesor para asegurar una conexión firme entre la columna y la base de hormigón. La cimentación también incorpora una cadena de hormigón simple V5 con una resistencia de f'c=210 kg/cm² y pernos de acero para mejorar la resistencia estructural y garantizar un anclaje seguro.

6.8.2. Muros

El sistema de anclaje de muros se compone de bloques de adobe de 40x20 cm y 10 cm de espesor, que brindan resistencia estructural y aislación térmica. Estos bloques se fijan a columnas de madera de eucalipto de 20x20 cm, las cuales proporcionan un marco estructural sólido. La conexión entre los bloques de adobe y las columnas se refuerza mediante varillas corrugadas de 10 mm de diámetro, asegurando la cohesión del muro y aumentando su estabilidad frente a posibles desplazamientos.

6.8.3. Cubierta

La estructura de la cubierta se compone de una lámina de fibrocemento de 1.20 m x 2.40 m con un espesor de 5 mm, que proporciona resistencia y durabilidad. Dicha cubierta se apoya en una diagonal de madera de eucalipto de 20x20 cm y se ancla a columnas de madera de eucalipto del mismo tamaño (20x20 cm), garantizando la estabilidad de la estructura. Para la fijación de los elementos, se emplean clavos de acero de 4 pulgadas.

Un canal metálico de 10x10 cm y 5 mm de espesor se instala en el borde de la cubierta para la evacuación de aguas pluviales. Además, se utiliza una tira de madera de eucalipto de 4x5 cm para reforzar la unión entre los componentes de madera. La conexión de los bloques de adobe de 40x20 cm y 10 cm de espesor se asegura con varillas corrugadas de 10 mm, proporcionando cohesión y soporte adicional a la estructura.

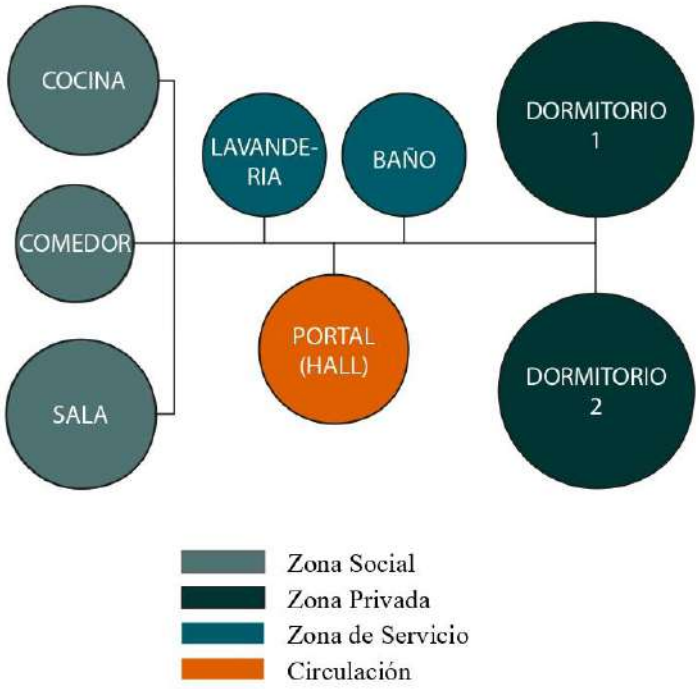
6.9. Zonificación arquitectónica

Figura 88. Zonificación arquitectónica

Fuente: Veloz Bryan (2025)

6.10. Diagrama de organización espacial

Figura 89. Diagrama de organización espacial



Fuente: Veloz Bryan (2025)

6.11. Matriz de relaciones (Gradilla)

Figura 90. Matriz de relaciones (Gradilla)

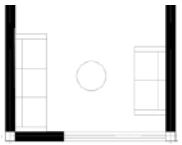
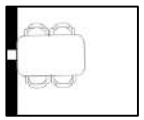
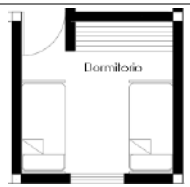
Fuente: Veloz Bryan (2025)

6.12. Programación arquitectónica

La programación arquitectónica de la vivienda está dividida en zonas sociales y privadas, asignando a cada espacio actividades específicas y el mobiliario necesario. La zona social incluye la sala, equipada con sofás y un centro de entretenimiento, diseñada para actividades como descanso y socialización; la cocina, con lavadero y refrigerador, destinada a la preparación de alimentos; y el comedor, con mesa y sillas para comer y dialogar. En la zona privada, los dormitorios están pensados para descanso y estudio, con camas, veladores y armarios. Cada espacio tiene dimensiones adecuadas y se considera el número de usuarios que los ocuparán, con un área total de 58.45 m².

En la Tabla 22 se aprecia la distribución de espacios en la vivienda:

Tabla 29. Programación arquitectónica

Zona	Espacio	Actividad	Mobiliario	Diagrama	Dimensiones	Área	Usuarios	Área Total
Social	Sala	Estar, dialogar, leer, ver tv, descansar.	Muebles de sofá, mesa de centro, mueble de tv.		3.40 x 2.65	9.10	4	68.45
	Cocina	Cocinar, preparar, servir, lavar, limpiar.	Cocina, lavadero, refrigerador, muebles bajos y altos, mesón.		3.40 x 2.35	8.00	4	
	Comedor	Comer, dialogar.	Mesa de comedor, sillas.		3.40 x 2.20	7.50	4	
Privado	Dormitorio 1	Dormir, leer, estudiar, descansar.	1 Cama de 2 plazas y media, velador, armario.		3.40 x 3.10	10.50	2	
	Dormitorio 2	Dormir, leer, estudiar, descansar.	2 Camas de 1 plaza y media, velador, armario.		3.40 x 3.70	12.60	2	

Servicio	Baño	Bañar, cubrir necesidades, asear.	Retrete, lavamanos, ducha.		1.40 x 2.20	3.10	1
	Lavandería	Lavar, limpiar, secar, doblar.	Lavadora, secadora, mueble planchador.		1.80 x 2.20	4.00	2

Fuente: Veloz Bryan (2025)

6.13. Programación arquitectónica

Al determinar un método de construcción, se analizan una serie de aspectos como el consumo de energía, la generación de residuos, la funcionalidad, los materiales empleados, el proceso de fabricación, la instalación en obra, y muchos otros. Sin embargo, el factor económico suele ser el más relevante, especialmente considerando el interés por la construcción de viviendas sociales.

La viabilidad de este método de construcción permite su ejecución a mano en el sitio, o industrializada en una fábrica, ya que se necesitan solo herramientas básicas para su fabricación. El diseño de gran formato hace que la instalación sea más rápida, reduce el número de uniones entre piezas y simplifica la aplicación porque no se necesita mano de obra altamente especializada y costosa.

Además, dado que el recubrimiento de tierra está diseñado para minimizar o eliminar la aparición de grietas, el acabado superficial no es obligatorio.

Tabla 30. Presupuesto

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Precio Total (USD)
1	**Cimentación**				
1.1	Cimiento de hormigón ciclópeo (f'c=180 kg/cm²)	m³	10	120.00	1,200.00
1.2	Base de piedra bola (espesor 0.15 m)	m³	5	50.00	250.00
1.3	Replantillo de hormigón (f'c=180 kg/cm², e=5cm)	m³	2	120.00	240.00
1.4	Cadena de hormigón simple (f'c=210 kg/cm²)	m³	3	130.00	390.00
2	**Muros**				
2.1	Muro de adobe mejorado (0.40x0.20x0.10 m)	unidad	500	3.50	1,750.00
2.2	Viga de madera de eucalipto (0.12x0.24 m)	m	40	18.00	720.00
2.3	Durmientes de madera de eucalipto (2.40 m x 0.08 m)	unidad	20	10.00	200.00
3	**Cubierta**				
3.1	Placa de fibrocemento P10 No. 8 (1.05x2.44 m)	unidad	30	27.00	810.00
3.2	Chova techo (15x1 m)	rollo	3	50.00	150.00
3.3	Correa de madera de eucalipto (0.10x0.10 m)	m	60	12.00	720.00

3.4	Cabio de madera de eucalipto (0.08x0.08 m)	m	80	10.00	800.00
3.5	Placa angular metálica (0.20x0.06 m, 2 mm)	unidad	20	4.00	80.00
3.6	Canal de aluminio blanco (0.10x0.10 m, 5 mm)	m	20	12.00	240.00
3.7	Clavos de acero (4 pulgadas)	kg	10	5.00	50.00
4	**Acabados**				
4.1	Duelas machimbradas de eucalipto (0.10x2.40 m, e=2 cm)	m²	40	15.00	600.00
4.2	Ladrillo artesanal para pisos	m²	30	12.00	360.00
5	**Carpintería y vidrio**				
5.1	Puerta de persiana de madera de eucalipto	unidad	1	150.00	150.00
5.2	Marco de ventana de madera de eucalipto	unidad	2	80.00	160.00
5.3	Vidrio con cámara y bajo emisivo	m²	2	60.00	120.00
6	**Mano de obra**				
6.1	Construcción de cimentación	m²	100	20.00	2,000.00
6.2	Construcción de muros	m²	150	15.00	2,250.00
6.3	Instalación de cubierta	m²	80	10.00	800.00
7	**Transporte y logística**				
7.1	Transporte de materiales	viaje	5	100.00	500.00
8	**Permisos y trámites**				
8.1	Permisos de construcción	trámite	1	500.00	500.00
				Total	**15,200.00**

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Bibliografía

Andreoni, S., & Ganem, C. (2021). El rol activo del usuario en la búsqueda de confort térmico de viviendas clima templado árido. *Rev. hábitat sustentable, 11(2)*, 8-21. Obtenido de http://dx.doi.org/10.22320/07190700.2021.11.02.01

ArchDaily. (10 de Abril de 2017). Obtenido de Vivienda Social Rural / Estación Espacial Arquitectos: https://www.archdaily.cl/cl/868699/vivienda-social-rural-estacion-espacial-arquitectos

Arrieta, G. (2020). Valoraciones subjetivas y condiciones objetivas de confort térmico en viviendas. *Arquitecno, 16*, 57-66. doi:https://doi.org/10.30972/arq.0164553

Asdrubali, F., Ferracuti, B., Lombardi, L., Guattari, C., Evangelisti, L., & Grazieschi, G. (2017). A review of structural, thermo-physical, acoustical, and environmental properties of wooden materials for building applications. *Building and Environment, 114*, 307-332. Obtenido de https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.12.033

Brito, J., Santamaría, N., macas, C., & Tasán, D. (2021). Elaboración de adobe sostenible. *Daya, 11*, 59-79. doi:https://doi.org/10.33324/daya.vi11.459

Brito, R., Villa, D., & Zalamea, E. (2022). Análisis comparativo de confort térmico de vivienda unifamiliar en LFS frente a mampostería. *Ingenius, 28*, 100-124. Obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S1390-860X2022000200100&script=sci_arttext

Cardet, J., Miranda, L., Velastegui, L., & Núñez, P. (2021). Fiesta "La Tejería": influencia en la arquitectura vernácula de Poaló. Píllaro. Ecuador. *Módulo Arquitectura - CUC, 27(1)*, 9-34. Obtenido de https://doi.org/10.17981/mod.arq.cuc.27.1.2021.01

Castaño, M., & Vera, D. (2022). *Vivienda productiva con énfasis en bioclimática en zona rural de Lebrija, Santander, Colombia.* Bogotá: Usta. Obtenido de https://repository.usta.edu.co/handle/11634/48050

CODENPE. (2014). *Consejo de Desarrollo de las Nacionalidades y Pueblos del Ecuador.* Quito. Obtenido de https://latinno.net/es/case/8080/#:~:text=El%20Consejo%20de%20Desarrollo%20de,de%20Ecuador%20y%20el%20Estado.

Corrales, J., Pineda, A., & Salazar, C. (2021). Revalorización de la arquitectura vernácula. *Lima, 7*, 175-200.

Dilmé, E. (2020). Conservar la arquitectura vernácula en Andorra. *Loggia, Arquitectura & Restauración, (33)*, 20-43. Obtenido de https://doi.org/10.4995/loggia.2020.12044

Domínguez, A. (2021). *Desarrollo de un modelo espacio-temporal de la temperatura del aire en el interior de un edificio de múltiples zonas.* Sevilla: Universidad de Sevilla. Obtenido de https://idus.us.es/handle/11441/128930

Duarte, J., Haas, D., Romero, D., Manzano, S., Cruz, B., de la Cruz, E., & Jiménez, M. (2021). Evaluación numérica de la implementación de materiales reciclados y su impacto sobre la sensación térmica en casas de interés social en Mérida. *Universidad Autónoma de*

Yucatán, 25(2), 1-13. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Mario-Jimenez-Torres-2/publication/354351759_Numerical_evaluation_of_the_implementation_of_recycled_materials_and_their_impact_on_the_thermal_sensation_in_houses_of_social_interest_in_Merida/links/6132cd8338818c2eaf7e7

Duval, V., Benedetti, G., & Baudis, K. (2022). *Confort térmico producido por la vegetación arbórea en el macrocentro de Bahía Blanca.* Argentina: Conicet. Obtenido de https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/221624

Fernández, M., & Revenga, P. (2021). Influencia de la arquitectura vernácula en las bodegas de vino mexicanas. *Revista de teoría e Historia del Arte, 10*, 189-211. Obtenido de https://journals.uco.es/ucoarte/article/view/13475

Fuentes, R., Valverde, I., Valverde, I., & González, C. (2016). Propiedades térmicas y acústicas en muros y revestimientos de tierra proyectada y su cumplimiento en el CTE. *Convención de la Edificación*, 89-97. Obtenido de https://www.riarte.es/bitstream/handle/20.500.12251/816/CONTART%202016%20009%20p.%2089-97.%20Propiedades%20t%C3%A9rmicas%20y%20ac%C3%BAsticas%20en%20muros%20y%20revestimientos%20de%20tierra%20proyectada.pdf?sequence=1

Giraldo, W., Czajkowski, J., & Gómez, A. (2021). Confort térmico en vivienda social multifamiliar de clima cálido en Colombia. *Revista de Arquitectura, 23(1)*, 15-23. doi:https://doi.org/10.14718/revarq.2021.2938

Guevara, G., & Soriano, G. (2020). Estudio de condiciones de confort térmico en aulas universitarias. *ESPOL*, 1. doi:https://www.espol.edu.ec/sites/default/files/investigacion/Pares%20o%20Nones/Posteres%202022/Ingenieria%20y%20tecnologia/FIMCP-06-2019.pdf

Huanca, C. (2020). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas existentes de adobe con dos pisos en la ciudad de Ayaviri.* Perú: Universidad Nacional Del Altiplano. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RNAP_6500147849a3d73b1382edba46b2dde7

Jiménez, R. (2016). *Ordenamiento metodológico del proceso del diseño arquitectónico.* Chile.

Jumbo, G., & Monteros, K. (2023). El confort térmico en la arquitectura vernácula de la Parroquia Chuquiribamba -Ecuador. *An. Investig. Arquit., 13(2)*, e202. doi:https://doi.org/10.18861/ania.2023.13.2.3455.

Laestander, M. (2021). Una comparación entre la técnica de construcción de bahareque y concreto para casas en Matagalpa. *Revista de Temas Nicaragüenses, 153*, 196-204. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Lilly-Soto-Vasquez/publication/348548696_RTN-153-_enero_2021/links/633d9fec9cb4fe44f305a6ea/RTN-153-enero-2021.pdf#page=197

Lara, M., & Bustamante, R. (2022). Caracterización y Patología de los Muros de Tierra de las Construcciones Andinas Ecuatorianas. *Rev Politéc., 49(2)*, 37-46. Obtenido de https://doi.org/10.33333/rp.vol49n2.04

Ledesma, G., & Rivera, R. (2018). Análisis de confort térmico en escuelas del milenio caso: Quito y Babahoyo. *ESPOL*, 1-16.

Macías, N. (2019). *Análisis de las influencias de la arquitectura vernácula de Pile (Manabí, Ecuador) en la producción artesana del tejido tradicional del sombrero de paja toquilla (Patrimonio Inmaterial de la Humanidad.* Valencia: Universidad de Valencia.

Martínez, M. (2018). *Diseño arquitectónico de una vivienda económicamente accesible aplicado el sistema constructivo de bloque de tierra comprimida.* Loja: UIDE.

Montesdeoca, D. (2020). *Aprovechamiento de propiedades térmicas de materiales ancestrales usados en la construcción de edificios en Ecuador (adobe y caña guadua).* Quito: UCE. Obtenido de http://www/dspace.uce.edu.ec/handle/25000/21470

Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2018). *Eficiencia energética en edificaciones residenciales.* Quito: MIDUVI. Obtenido de https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/4.-NEC-HS-Eficiencia-Energetica.pdf

PDOT. (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial San Andrés.* San Andrés: GAD San Andrés. Obtenido de https://es.scribd.com/document/627935868/PDOT-SAN-ANDRES-2019-2023

Pérez, J. (2021). El paisaje urbano histórico y la conservación de la arquitectura vernácula en los conjuntos históricos y etnológicos. *Paisajes activos, 1*, 93-104. Obtenido de https://aisberg.unibg.it/retrieve/64a9b7f7-fa3e-42ca-994a-baa73be07056/IUU-Dossier-08-Paisajes-Activos_def%2Bcompleto_compressed.pdf#page=93

Pérez, J. (2023). *Diseño de un bloque de tierra comprimida para la innovación sostenible desde la sabiduría ancestral en Juaruco, Colombia.* Bogotá: Universidad de La Costa. Obtenido de https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/10922

Pucha, A. (2016). *Modelo de gestión para el desarrollo territorial sostenible de la parroquia San Andrés, Cantón Guano.* Riobamba: ESPOCH. Obtenido de http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/6117/1/20T00788.pdf

Riofrío, M. (2019). *Análisis del confort térmico de edificaciones construidas con tierra y estructura de madera , en microclimas fríos de la serranía ecuatoriana.* Quito: PUCE. doi:http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/16174/TESIS%20M%C3%93NICA%20RIOFR%C3%ADO%2014%20DE%20FEBRERO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rivadeneira, F. (2021). Uso de la Caña Guadúa: arquitectura vernácula en restaurantes de la ciudad de Portoviejo, Ecuador. *Cuaderno, 148*. Obtenido de https://doi.org/10.18682/cdc.vi148.5494

Rivas, P. (2017). *Confort térmico en viviendas vernáculas, Técnica de construcción de Bahareque en azogues-Ecuador.* Cuenca: Universidad de Cuenca.

Rivera, H., Valderrama, O., Daza, A., & Plazas, G. (2021). Adobe como saber ancestral usado en construcciones autóctonas de Pore y Nunchía, Casanare (Colombia). *Rev. Arquit., 23(1)*, 74-85. doi:https://doi.org/10.14718/revarq.2021.2762

Rivera, P., & Tendero, R. (2021). Arquitectura vernácula en palafitos de Chiloé. *Building & Management, 5(2)*, 7-13. doi:https://doi.org/10.20868/bma.2021.2.4682

Rodríguez, J., Alvarado, D., & Abdalah, M. (2020). Análisis de mixturas gaussianas de parámetros meteorológicos básicos temperatura y humedad relativa. *Tecnología en Marcha, 33(5)*, 5-12. Obtenido de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7523592

Rodríguez, J., Castañeda, C., Cruz, R., & Neria, R. (2021). Diseño de un módulo de bahareque autoconstructivo de bajo costo e impacto ambiental para viviendas unifamiliares. *Revista RedCA, 3(9)*, 158-181. Obtenido de https://revistaredca.uaemex.mx/article/view/15866

Sánchez, A., Alonso, E., & López, M. (2017). Vulnerabilidad sísmica y la pérdida de la vivienda de adobe. *Vivienda y Comunidades Sustentables, 10*, 9-29. doi:https://doi.org/10.32870/rvcs.v2i10.162

Sempértegui, D. (2023). Análisis comparativo del Confort Térmico y Optimización Multicriterio del sistema de Bahareque en viviendas de la Ciudad de Cuenca. *Green World Journal, 6(1)*, 54. Obtenido de https://dspace.ucacue.edu.ec/items/752ca56d-8468-4204-a69a-a63f26fbd27b

Serra, R., & Coch, H. (2000). *Arquitectura y Energía natural.* Barcelona: UPC.

Vargas, C. (2021). Reflexiones sobre arquitectura vernácula, tradicional, popular o rural. *Arquitectura y Urbanismo, 52(1)*, 146-163. Obtenido de https://www.redalyc.org/journal/3768/376868445005/376868445005.pdf

Widera, B. (2021). Análisis comparativo del confort del usuario y el rendimiento térmico de seis tipos de viviendas vernáculas como primer paso hacia una arquitectura bioclimática,. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 140*, 110736. doi:https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110736

Zapico, B. (2022). *ArchDaily*. Obtenido de Casa de tierra / Lara Fuster Prieto: https://www.archdaily.cl/cl/1006555/casa-de-tierra-lara-fuster-prieto

Zúñiga, J. (2019). *domusxl*. Obtenido de Lienzo de barro: http://domusxl.com/casa-lienzo-de-barro-chaquinan/

Anexos

Anexo 1. Fachada de la vivienda

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Anexo 2. Fachada

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Anexo 3. Fachada

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Anexo 4. Exterior con personas

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Anexo 5. Exterior con personas

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Anexo 6. Habitación secundaria

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Anexo 7. Habitación secundaria

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Anexo 8. Habitación

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Anexo 9. Baño

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Anexo 10. Lavandería

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Anexo 11. Cocina

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Anexo 12. Sala

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Anexo 13. Sala

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Anexo 14. Habitación final

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Anexo 15. Perspectiva de vivienda con estrategia bioclimática de recolección de aguas lluvias

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Anexo 16. Fachada con estrategia bioclimática de recolección de aguas lluvias

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Anexo 17. Perspectiva de vivienda con estrategia bioclimática de barrera vegetal

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Anexo 18. Perspectiva de vivienda fachada posterior

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Anexo 16. Maqueta, fachada frontal

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Anexo 20. Maqueta, fachada posterior

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Anexo 21. Maqueta, fachada lateral derecha

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Anexo 17. Maqueta, fachada lateral izquierda

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Anexo 18. Maqueta, vista en planta

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Anexo 19. Maqueta, vista en planta de estructura de cubierta

Fuente: Veloz Bryan (2025)

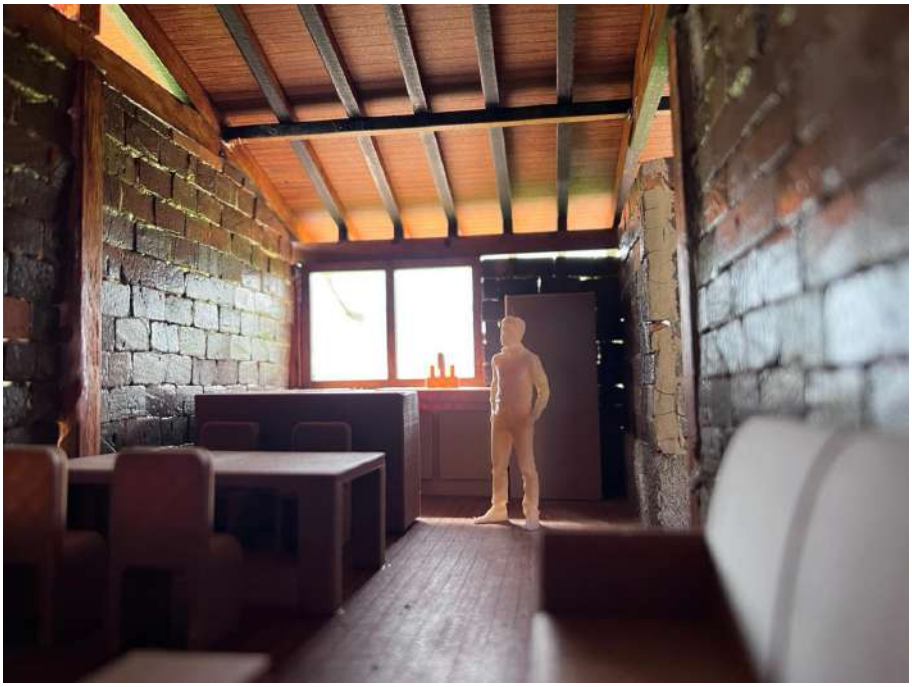
Anexo 20. Maqueta, perspectiva aérea

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Anexo 21. Maqueta, perspectiva aérea 2

Fuente: Veloz Bryan (2025)

Anexo 22. Maqueta, perspectiva interior



Fuente: Veloz Bryan (2025)

Anexo 23. Maqueta, perspectiva interior 2

Fuente: Veloz Bryan (2025)