

UNIVERSIDAD DE CUENCA



FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
MAESTRÍA EN ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA, CONFORT Y EFICIENCIA
ENERGÉTICA.

**“CONFORT TÉRMICO EN VIVIENDAS VERNÁCULAS, TÉCNICA DE
CONSTRUCCIÓN DE BAHAREQUE EN AZOGUES - ECUADOR.”**

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MAGISTER EN ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA, CONFORT Y EFICIENCIA
ENERGÉTICA.

AUTOR:

ARQ. PAÚL SEBASTIÁN RIVAS RIVAS.

C.I. 0302097563

DIRECTOR:

MSC. ARQ. WILSON MARCELO VÁZQUEZ SOLÓRZANO.

C.I. 0300399011

CUENCA – ECUADOR

2017



RESUMEN

La arquitectura sostenible, tiene como uno de sus fundamentos tratar de no degradar el medioambiente, eso implica los materiales y técnicas que se utilizan para muros, sin embargo las civilizaciones que se establecieron en Ecuador nos han mostrado técnicas constructivas con elementos naturales y que dañen menos el medio ambiente, las cuales hemos heredado y siguen en uso hasta el día de hoy. En nuestro país, no se han realizado muchos avances tecnológicos en este tipo de construcción, siendo una alternativa sustentable por los componentes de sus materiales, estas técnicas han disminuido su uso y han sido sustituidas cada vez más por el bloque de concreto.

El tipo de técnica a tratar es la de “Bahareque” que es el sistema constructivo utilizado en las viviendas vernáculas en Cojitambo, parroquia de la ciudad de Azogues - Ecuador. Consta de pilares parados con piezas de madera o carrizos entrelazados con un relleno de una mezcla de tierra con estiércol de vaca. Por lo que este estudio realizó un análisis sobre los orígenes, características y componentes que lo conforman. Se analizó tres viviendas vernáculas teniendo presente el modelo de la técnica constructiva del bahareque, bajo las condicionantes del clima de Cojitambo y utilizando el software de análisis de diseño sustentable Ecotect se hizo comparaciones de confort térmico con el modelo de construcción de las viviendas actuales de bloques de concreto.

Finalmente se plantea una propuesta de vivienda social para Azogues y sus zonas rurales, en la cual visualmente hablando se proyecta una expresión de una arquitectura actual demostrando la adaptabilidad y variedad que ofrece la técnica del bahareque.

PALABRAS CLAVE: Bahareque, vivienda vernácula, confort térmico, sostenible, medio ambiente, Cojitambo, Ecotect, bloques de concreto.



ABSTRACT

The sustainable architecture, has as one of its fundamentals try not to degrade the environment, that implies the materials and techniques that are used for walls, nevertheless the civilizations that settled in Ecuador they shown us construction techniques with natural elements and less harmful to the environment, which we have inherited and still in use to this day. In our country, not many technological advances have been made in this type of construction, being a sustainable alternative by the components of their materials, this techniques has diminished its use and has been increasingly replaced by the blocks of concrete.

The type of technique to be treated is the “Bahareque” what is it the construction system used for the vernacular dwellings in Cojitambo, parish of the city of Azogues - Ecuador. Consists of stationary pillars with pieces of wood or reeds interlaced with a filling of a mixture of soil with cow dung. Therefore, this study conducted an analysis of the origins, characteristics and components that make it up. Three vernacular dwellings were analyzed, taking into account the model of the construction technique of bahareque, under the conditions of the climate of Cojitambo and using sustainable design analysis software Ecotect comparisons of thermal comfort were made with the construction model of the existing blocks of concrete.

Finally, a proposal for social housing for Azogues and his the rural area in which visually speaking an expression of an existing architecture is projected demonstrating the adaptability and variety offered by the bahareque technique.

KEY WORDS: Bahareque, housing vernacular, thermal comfort, sustainable, environment, Cojitambo, Ecotect, concrete blocks.

**ÍNDICE**

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
CLÁUSULA DE LICENCIA Y AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL.....	6
CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL.....	7
AGRADECIMIENTO.....	8
DEDICATORIA.....	9
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....	10
1.1. Introducción.....	10
1.2. Problemática.....	11
1.3. Justificación del problema.....	13
1.4. Objetivos: general y específicos.....	15
1.5. Hipótesis.....	15
1.6. Metodología.....	16
CAPÍTULO II. BASE CONCEPTUAL Y ANTECEDENTES.....	18
2.1. ¿Qué es la arquitectura vernácula.....	18
2.1.1. Características de la arquitectura vernácula.....	18
2.1.3. La arquitectura vernácula y su proyección al presente.....	18
2.1.4. Muros de bahareque.....	19
2.2. Confort térmico.....	19
2.2.1. Rango de confort térmico en el Ecuador.....	20
2.2.2. Programa Ecotect.....	20
2.3. Antecedentes de la arquitectura vernácula.....	21
2.4. Arquitectura vernácula en el Ecuador.....	23
2.4.1. Que es la arquitectura vernácula para nuestro país.....	25
2.4.2. Análisis del sistema constructivo de bahareque.....	25
2.4.3. Ventajas y desventajas.....	31
2.5. Vivienda vernácula de bahareque en Cojitambo, parroquia de Azogues.....	33
2.5.1. Localización de la parroquia Cojitambo.....	33
2.5.2. Reseña histórica del Cojitambo.....	34
2.5.3. Caracterización de la vivienda de bahareque en Cojitambo.....	36
2.5.4. Componentes de las viviendas.....	38
2.6. Maqueta de vivienda vernácula de Cojitambo.....	40
2.6.1. Datos.....	40
2.6.2. Pruebas de campo.....	40
2.6.3. Detalles y proceso constructivo.....	41
2.6.4. Modelo terminado.....	43



2.7. Vivienda actual.....44
 2.7. Conclusión.....46

CAPÍTULO III. EL CLIMA EN COJITAMBO Y CARACTERÍSTICAS DE LAS VIVIENDAS A ANALIZAR.....48

3.1. Análisis climático de Cojitambo, parroquia de la ciudad de Azogues.....48
 3.1.1. Clima.....48
 3.2. Espacios a analizar.....52
 3.2.1. Vivienda 1.....52
 3.2.2. Vivienda 2.....56
 3.2.3. Vivienda 3.....60
 3.3. Características de los materiales.....64
 3.3.1. Materiales de las viviendas de bahareque.....64
 3.3.2. Materiales de las viviendas de bloques de concreto.....65
 3.4. Conclusión.....66

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS TÉRMICO EN ECOTECT.....67

4.1. Cálculos en la vivienda 1.....67
 4.1.1. Gráficas del movimiento solar sobre las viviendas.....67
 4.1.2. Definición de zonas térmicas.....69
 4.1.3. Perfil de temperatura por hora.....69
 4.1.4. Distribución de temperatura anual.....70
 4.2. Cálculos en la vivienda 2.....71
 4.2.1. Gráficas del movimiento solar sobre las viviendas.....71
 4.2.2. Definición de zonas térmicas.....72
 4.2.3. Perfil de temperatura por hora.....73
 4.2.4. Distribución de temperatura anual.....74
 4.3. Cálculos en la vivienda 3.....75
 4.3.1. Gráficas del movimiento solar sobre las viviendas.....75
 4.3.2. Definición de zonas térmicas.....76
 4.3.3. Perfil de temperatura por hora.....76
 4.3.4. Distribución de temperatura anual.....78
 4.4. Análisis y comparación de resultados.....78
 4.4.1. Resultado del perfil de temperatura por hora del 21 de Marzo.....79
 4.4.2. Resultado del perfil de temperatura por hora del 21 de Septiembre.....80
 4.4.3. Resultado del perfil de temperatura por hora del 21 de Junio.....81
 4.4.4. Resultado del perfil de temperatura por hora del 21 de Diciembre.....82
 4.4.5. Resultado de la distribución de temperatura anual.....83
 4.4.6. Comparación con aparato de medición.....83
 4.5. Conclusión.....85



CAPÍTULO V. PROPUESTA DE VIVIENDA SOCIAL BASADA EN LA ARQUITECTURA VERNÁCULA DE COJITAMBO.....	87
5.1. Estudio de una situación.....	87
5.1.1. Búsqueda de antecedentes.....	87
5.1.2. Diagnóstico de la situación, identificación de las situaciones problemáticas.....	88
5.1.3. Conclusiones para el planteamiento de un problema.....	89
5.2. El problema “situación estructurante”.....	89
5.3. Intervención proyectual arquitectónica.....	90
5.4. Objetivos del proyecto: general y específicos.....	90
5.5. Estrategias.....	90
5.6. Estrategias de diseño.....	91
5.7. Propuesta formal.....	95
5.8. Diseño arquitectónico.....	96
5.8.1. Planos arquitectónicos.....	97
5.8.2. Detalles constructivos.....	99
5.9. Memoria técnica.....	104
5.10. Evaluación térmica en Ecotect de la vivienda propuesta.....	107
5.10.1. Gráficas del movimiento solar sobre la vivienda.....	107
5.10.2. Perfil de temperatura por hora.....	108
5.10.3. Resultado del perfil de temperatura por hora en los días de los Equinoccios y Solsticios.....	109
5.11. Factor económico.....	111
5.12. Conclusión.....	114
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES.....	116
BIBLIOGRAFÍA.....	118
ANEXOS.....	121
Anexo 1.....	121
Anexo 2.....	125
Anexo 3.....	138
Anexo 4.....	139



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Paúl Sebastián Rivas Rivas en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “CONFORT TÉRMICO EN VIVIENDAS VERNÁCULAS, TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN DE BAHAREQUE EN AZOGUES – ECUADOR”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 13 de diciembre de 2017.

Paúl Sebastián Rivas Rivas
C.I: 0302097563



Cláusula de Propiedad Intelectual

Paúl Sebastián Rivas Rivas, autor del trabajo de titulación “CONFORT TÉRMICO EN VIVIENDAS VERNÁCULAS, TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN DE BAHAREQUE EN AZOGUES – ECUADOR”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 13 de diciembre de 2017.

Paúl Sebastián Rivas Rivas
C.I: 0302097563



AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento sincero a mi director Arquitecto Marcelo Vázquez Solórzano, por brindarme su apoyo y colaboración en todas las fases de desarrollo de este proyecto de investigación.



DEDICATORIA

A mi esposa e hija por ser la inspiración en mi diario vivir, por ser la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo mantenido a través del tiempo.



CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. INTRODUCCIÓN

La siguiente investigación, se realiza por el interés de revalorizar e innovar la construcción tradicional, frente a la utilización de materiales actuales que son contaminantes y no renovables, abordando este tema mediante el estudio de la Arquitectura Vernácula de muros de Bahareque.

La arquitectura y la construcción son actividades que contribuyen al desarrollo social y económico de los países. Los problemas como el de la vivienda, el hábitat y la recuperación del patrimonio edificado construido, son característicos de la contribución que estas actividades pueden dar a la sociedad. Pero al mismo tiempo, la arquitectura y la construcción generan un impacto en el ambiente, la economía y la sociedad durante todo el ciclo de vida de la edificación u obra construida, a través de la ocupación del espacio y del paisaje, de la extracción de recursos, y de la generación de residuos y contaminación. Al hablar de construcciones sostenibles, los materiales empleados son el punto más importante a tener en cuenta. (Acosta, 2009)

En este aspecto la arquitectura vernácula ha sido ejemplo de técnicas constructivas apropiadas para determinada región o sector, usando materiales y recursos propios del lugar y de fácil acceso con la única finalidad de obtener un confort en la vivienda o edificación. Manejando el viento, calor, ventilación, de manera natural y tomando en cuenta el clima, hacen que este tipo de viviendas, reduzcan al máximo el consumo de energía proveniente de fuentes artificiales o ajenas al lugar en donde se ubique la construcción. (Yepez, 2012)

Son distintos los tiempos y las áreas de estudio las que reconocen el valor de lo vernáculo. La *arquitectura sin arquitectos*, debe ser un aporte al que hacer actual, sus sistemas constructivos constituyen el rescate de las formas originales de adaptación y respeto al entorno, por lo que podríamos considerarla de un carácter sostenible. Para conseguir lo que sugiere el texto anterior, hay que plantearse el volver a la utilizar las tecnologías de los sistemas constructivos de la arquitectura vernácula, específicamente el bahareque, pensando en que es un sistema que puede ofrecer grandes soluciones, especialmente de confort térmico interior, mejorando la habitabilidad del hombre sin afectar el entorno en el que se incorpore la vivienda.

Arquitectura Vernácula en Azogues

Al recorrer Azogues se puede identificar que las viviendas vernáculas que se encuentran en mejor estado están emplazadas en la parroquia rural de Cojitambo, a nuestro entender esto se debe a que los constructores de este lugar tenían una idea más clara del sistema



constructivo con respecto a otros espacios de nuestro medio. Esta parroquia se caracteriza por ser un sitio con un gran valor cultural y arqueológico, conformado por un extenso complejo de ruinas Incas, que se levantan sobre la cumbre del cerro del mismo nombre, la parroquia tiene mucha tradición y un paisaje imponente caracterizado por las zonas naturales y montañosas. Los componentes de estas viviendas son de origen natural y del lugar en el que se encuentra implantada. Su base es de piedra, sus cubiertas realizadas con teja, sus muros con la técnica de bahareque, formada por piezas de madera cortadas en tiras entrelazadas, unidas a pilares que descansan sobre estos muros de piedra y a las cuales se le aplica una mezcla de tierra con estiércol de vaca como embarrado para el revoque, la cual es el punto de referencia de esta investigación.(Yepez, 2012)

En este estudio observaremos cómo desde su origen la arquitectura vernácula ha sido adaptada para que pueda cumplir en términos de confort y hacer frente al clima característico de la Sierra Ecuatoriana, concretamente Azogues. Se podría decir que se valen de sistemas pasivos, algo que no pasa con el método de construir que le ha ido sustituyendo; hablamos de cerramientos con bloques de concreto. Para establecer algún grado de confort en una construcción con este tipo de materiales en nuestro medio hay que valerse de sistemas activos por lo que el consumo energético de las edificaciones se eleva en gran porcentaje frente al anterior.

Tomando esto como introducción, el interés científico de este estudio se enfoca en los muros con materiales naturales, la técnica constructiva que se analizará es la de bahareque, para que pueda seguir desarrollándose como modelo de vivienda. Teniendo en cuenta este sistema y como contexto la ciudad de Azogues con la condicionante de su clima, se analizarán sus orígenes, evolución, características y componentes. Además se verificará su comportamiento térmico frente al modelo de bloques de concreto y así con los resultados obtenidos, se pueda generar reflexión y discusión en este ámbito, y como conclusiones puedan prevalecer recomendaciones que puedan ayudar a una evolución y mejora de la técnica constructiva de bahareque en muros para Ecuador y pueda ser una alternativa ecológica en la construcción actual.

1.2. PROBLEMÁTICA

A lo largo y ancho de nuestro país es fácil identificar cual es la técnica constructiva predominante, la misma que consiste en muros de bloque de concreto, unidos por una argamasa de cemento y confinada bajo una estructura de hormigón armado. Este sistema, hoy usado en casi la totalidad el territorio ha sido producto de un cambio cultural y social. El método constructivo con el cual se elaboran las edificaciones expresa un estatus social y económico, donde las técnicas ancestrales de construcción se han convertido en sinónimo de pobreza. De esta manera los sistemas ancestrales se han transformado en paradigmas sociales, y han caído en desuso, para ser sustituidos, por los sistemas hoy vigentes.



El Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables INER, concluye respecto a las edificaciones que no se incorporan criterios de eficiencia energética o el uso de programas de simulación de comportamiento energético en la etapa de diseño previa a la construcción. El proceso de planificación arquitectónica convencional no prioriza la interacción de los habitantes con la vivienda, como tampoco el comportamiento térmico al interior asociado al clima y a otros factores externos.

Los datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC sobre edificaciones, arrojan que a nivel nacional la tipología más común de vivienda corresponde a casas o villas, con el 70,48%. En estas viviendas, los materiales más utilizados por el sistema constructivo son: fibrocemento o zinc en cubierta; bloque de concreto o ladrillo en muros y cemento o ladrillo en pisos. Los resultados de esta encuesta reflejan que la elección de los materiales no se realiza en función de las necesidades de habitabilidad y nivel de confort que debe brindar una edificación y solamente se basa en el concepto de vivienda como espacio habitable cerrado y cubierto.(INER, 2015)

Al hablar del bloque de concreto podemos decir que es el material más usado en la construcción de muros de viviendas en nuestro medio, debido a su costo, resistencia y fácil aplicación. Es un material ligero hecho de cemento fresco y de agregados disponibles en nuestro medio. Los bloques tienen un coeficiente de conductividad térmico de $1,18\text{W/m.K}$, por lo tanto no resulta un buen conductor con respecto al valor de conductividad térmica del muro de tierra que es $1,5\text{W/m.K}$.(Gedeon, 2013)

En nuestro país se puede acceder a una vivienda de carácter social, por medio del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), precisamente el material que predomina en la elaboración de sus muros es el bloque. A simple vista estas viviendas presentan problemas adaptativos, como resultado de prescindir del estudio del lugar, la cultura y el uso funcional que se les puede dar a la vivienda otorgada, estas deberían basarse en una arquitectura con una nueva sensibilidad hacia la intervención en el territorio, esto se une a los marcados intereses de esta investigación por los materiales propios del lugar y por la calidad de ejecución de la obra. Estas construcciones carecen de sentido estético y de riqueza cultural que caracterizan a las viviendas vernáculas de bahareque en la zona rural de Cojitambo y aunque los propietarios pudieran tener como condicionante lo económico, se puede lograr una vivienda basada en la arquitectura vernácula en donde se pueda apreciar su identidad cultural y la estética arquitectónica no se vería afectada al igual que el confort interior y pensando en el factor económico.

Lo expuesto anteriormente nos sugiere que es urgente buscar materiales distintos a los usados actualmente en los muros de las viviendas, que puedan ser económicos y no degraden el medio ambiente sabiendo que la transmisión de calor por medio de los muros es un problema que interviene en el confort del usuario y la economía de la vivienda debido al alto costo que representa el empleo de un aislante o calefacción. La búsqueda de una



respuesta a estos problemas, podría no ser más que analizar nuestro pasado para ver que las prácticas y procesos más elementales (sentido común) de una tradición y cultura constructiva podrían ser la respuesta.

En este sentido, en el entorno rural es recurrente utilizar materiales de origen natural para muros y más al ser un aporte heredado de nuestra cultura, y que es el resultado de la evolución a través del tiempo de las diferentes civilizaciones que se han establecido en el país y que ha llegado hasta nuestros días, este tipo de construcción pertenece a la Arquitectura Vernácula o popular, un patrimonio cultural que se debe preservar, pues poco a poco se ha ido sustituyendo.

Se puede decir por tanto, que si existen alternativas a los sistemas constructivos que se encuentran hoy vigentes, como es el caso del bahareque. Este proceso implica un verdadero reto de aceptación dentro de nuestra sociedad, ya que existen paradigmas sociales en cuanto al uso de la tierra como material de construcción y cierto temor hacia el uso de este sistema por falta de conocimiento.

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En base a lo expuesto anteriormente, con el afán de rescatar una cultura constructiva ancestral arraigada en el inconsciente de nuestra sociedad es necesario romper los paradigmas negativos se circulan alrededor de las técnicas de construcción en tierra, como el bahareque. Por consiguiente es vital demostrar y mostrar las diversas bondades que posee este tipo de materiales y que en ningún caso es sinónimo de pobreza.

El poder rescatar las diferentes tecnologías constructivas, patrones de asentamiento y vivienda de los diferentes grupos indígenas, es sin lugar a dudas un gran aporte de información al conocimiento de nuestros orígenes, además de aportarnos muchos insumos importantes al abordaje y conceptualización del desarrollo sostenible en nuestro país. (Yepez, 2012)

“El soporte de la vida humana es la tierra, de ella proviene el alimento, el resguardo, es ella materia misma para construir nuestras moradas como extensión de nuestros propios cuerpos” (Zuleta, 2011). Más allá de la reflexión desde la percepción, es necesario mirarla con los parámetros de la sostenibilidad, lo que actualmente llamamos construcción sostenible y materiales sostenibles para una construcción armoniosa y respetuosa con la naturaleza. Sería necesario entonces definir qué es una construcción sostenible y qué sería un material sostenible para reafirmar la idea de que, siendo parte de nuestra esencia la tierra en sí, es sostenibilidad viva.



Los nuevos asentamientos que se han venido realizando bajo los principios de la arquitectura vernácula, intentan recuperar el contacto con la naturaleza y no romper el equilibrio con el medio ambiente; dando respuesta a las exigencias de la vida social y sobre todo mejorando la calidad de vida, en un estrecho diálogo con la arquitectura, la naturaleza y el hombre.(Canseco, 2009)

Rudolfsky en su libro “Arquitectura sin Arquitectos”, una de las obras más influyentes, se refiere a la arquitectura vernácula de siguiente forma:

“La belleza de esta arquitectura ha sido considerada durante mucho tiempo accidental, pero en la actualidad estamos en condiciones de reconocerla como el resultado de un sentido especial del gusto en el manejo de problemas prácticos. Las formas de las casas, algunas veces transmitidas a través de varias generaciones, aparecen como eternamente válidas, al igual que las formas de sus herramientas. Sobre todo es lo “humano” de esta arquitectura, lo que en adelante debiera inspirarnos alguna respuesta”.(Rudofsky, 1964)

Para su rescate debemos ser conscientes del valor que guarda, es necesaria la realización de estudios serios como el que estamos planteando que sumado a políticas adecuadas, podremos evitar el progresivo crecimiento de las urbes que conquistan suelo rural. Estos estudios dan forma a la historia local y ayudan a la comprensión de nuestra cultura, cada vez más, en vías de extinción.(Tillería, 2010)

El sistema constructivo de bahareque es una de las técnicas más usadas en las construcciones de la zona de la Sierra Ecuatoriana, en todos los estratos de los indígenas del pequeño al gran propietario ya que es la más fácil, rápida y económica de realizar y no se necesita mano de obra especializada.(Cuitiño, Esteves, Maldonado, & Rotondaro, 2013) .

Las viviendas de bahareque, además de su alta flexibilidad, presentan ventaja en su comportamiento térmico, permitiéndole a los muros resguardar los ambientes interiores del calor durante el día y en el transcurso de la noche de las bajas temperaturas exteriores. Sin embargo, no se cuenta con valores de transmitancia térmica medidos en muros reales que permita un conocimiento más preciso al momento de realizar un balance térmico. (Suárez, Aranda, Palacio & Izquierdo, 2014)

El aporte de este estudio al campo de la construcción e investigación es introducir en nuestro medio la técnica de construcción de bahareque ya que el potencial en este campo aún no está delimitado. Las posibilidades que presenta esta materia prima pueden con la ayuda de la investigación dar una alternativa en el campo de la construcción. Finalmente, esta investigación dará como resultado una evaluación del comportamiento térmico del bahareque frente al bloque de concreto, además de lograr un sistema constructivo basado en el bahareque combinado con los materiales actuales y aplicados a una vivienda de carácter social.



1.4. OBJETIVOS

Objetivo General.

Demostrar la validez de la arquitectura vernácula de Azogues con su sistema constructivo de muros de bahareque, en comparación con el modelo actual de bloques de concreto y proponer una alternativa de vivienda rural.

Objetivos Específicos.

- Analizar las características de la técnica constructiva de bahareque y como esta forma parte de la arquitectura vernácula de Cojitambo, parroquia de la ciudad de Azogues.
- Conocer el clima de Cojitambo y analizar los factores, características e incidencias en el sistema constructivo de las viviendas de bahareque frente al modelo actual de bloques de concreto.
- Evaluar el comportamiento térmico por medio del programa de simulación Ecotect, para tres viviendas vernáculas con la técnica constructiva de bahareque en contraste con el modelo actual de bloques de concreto.
- Diseñar una propuesta arquitectónica de vivienda social basada en el sistema constructivo de bahareque, adaptado a la arquitectura contemporánea, para Cojitambo y todas las zonas rurales de Azogues.

1.5. HIPÓTESIS

Las viviendas de arquitectura vernácula de muros de bahareque son mejores en temas de confort térmico interior que las viviendas actuales de bloques de concreto.



1.6. METODOLOGÍA

Por medio de esta investigación se busca darle una nueva proyección al sistema constructivo del bahareque, para lo cual seguimos la siguiente metodología:

Primero nos planteamos una hipótesis y establecemos unos objetivos, los cuales nos llevan a formular varias metas que se quieren alcanzar. La población que tomamos como referencia para el estudio son las viviendas vernáculas que utilizaron la técnica constructiva del bahareque, ubicadas en el contexto de Cojitambo, parroquia de la ciudad de Azogues.

Iniciamos una etapa de recopilación de información, estableciendo las características de la técnica constructiva de bahareque tradicional, para llevar a cabo dicho cometido se plantea un estudio de este sistema, como se ha desarrollado en nuestro medio y nos enfocamos en determinar sus potencialidades y fortalezas para implementarlas en la construcción actual. Además para complementar la información se realizan visitas técnicas en Cojitambo, con el fin de analizar las edificaciones existentes y recoger información que no se encuentra en fuentes documentales. Luego se complementará con el análisis de las condiciones climáticas que presenta esta zona y cómo influyen sobre las edificaciones.

Inmediatamente se iniciará una etapa experimental que tiene como fin determinar el comportamiento térmico de tres viviendas de bahareque frente al modelo que las están sustituyendo actualmente, nos referimos a las viviendas de bloques de concreto. Se toman los días de los equinoccios (21 de Marzo y 21 de Septiembre) y los solsticios de invierno y verano (21 de Junio y 21 de Diciembre) para el análisis, los cálculos se efectúan con el software de diseño sustentable Ecotect considerado un programa óptimo para este tipo de investigaciones(Alvarado, González, Bustamante, Bobadilla & Muñoz, 2012). Tomando el mismo volumen espacial habitable en los dos casos (vivienda de bahareque y vivienda de bloques de concreto) solo cambia en su materialidad y sus características, hablamos de espesor(m), conductividad térmica(W/m.K), densidad(kg/m³) y calor específico(J/kg.K), este mismo proceso se emplea en los tres casos, se lo realizará de esta manera puesto que el estudio en el cual se basa esta investigación realiza esta comparación entre una vivienda de bahareque y una de bloques de concreto obteniendo buenos resultados a favor de la construcción vernácula(Gedeon, 2013).

Esta información es luego analizada estadísticamente para determinar la variación térmica entre el sistema constructivo de bahareque y el de bloques de concreto. Esta etapa puede afirmar o negar la hipótesis previamente planteada.

Como etapa final, después de analizar y comparar las tres casas con sus respectivos sistemas constructivos, se propone un prototipo de vivienda social para Azogues y sus parroquias rurales, basado en la arquitectura vernácula, convirtiéndose en una respuesta práctica y eficiente, en la cual visualmente hablando se proyecte una expresión de una



arquitectura actual demostrando la adaptabilidad que ofrece la técnica del bahareque, con la finalidad de evidenciar la funcionalidad de este sistema constructivo.

La elaboración de esta vivienda sigue un “Ordenamiento Metodológico del Proceso de Diseño Arquitectónico”, que son unos pasos elementales para abordar un proyecto de arquitectura.(Jiménez, 2016), tomando en cuenta puntos importantes como la ubicación, forma general del edificio, tratamiento de la piel, orientación del proyecto, climatización natural, iluminación natural, etc.(Serra & Coch, 2000)



CAPÍTULO II: BASE CONCEPTUAL Y ANTECEDENTES

2.1. ¿QUÉ ES LA ARQUITECTURA VERNÁCULA?

De manera general, usamos el adjetivo "vernáculo" para referirnos a la lengua, a la forma de vestir, a la cocina y a la arquitectura de grupos humanos que viven en función de sus tradiciones, creencias y costumbres.

La arquitectura vernácula es una perfecta adaptación e integración entre el hombre y su medio ambiente. Es la expresión de una manera de vivir de un grupo. Es la esencia de una idiosincrasia local, regional o nacional y constituye un auténtico patrimonio que recoge el saber tradicional de pueblos y comunidades.

La casa vernácula es la expresión de la personalidad de su habitante, quien es a la vez productor y consumidor de su vivienda, construida en claro testimonio de su inteligencia para utilizar adecuadamente los recursos que lo rodean y para defenderse de las fuerzas hostiles del medio y su clima.

Por lo expuesto, concluiremos, que la Arquitectura Vernácula, es el contenido sin final de una experiencia, la misma que dota a la pequeña y quizás no durable construcción, la dignidad de un monumento, porque entre otras razones, dice Porfirio Martínez "es un espacio sagrado en el que el hombre nace, crece, sufre, ama, descansa y muere".(Lafebre, 2013)

2.1.1. Características de la Arquitectura Vernácula

Las características básicas de la Arquitectura Vernácula, son las siguientes:

- Es elaborada por sus propios moradores.
- En su construcción usan exclusivamente materiales de su entorno, sin mayores transformaciones.
- Está representada por unidades o módulos de formas simples.
- Dan alojamiento a grupos familiares, cuyos medios de subsistencia dependen de actividades primarias (agricultura, ganadería, artesanía, etc.
- Su diseño es pragmático (ensayo, error y corrección).
- El proceso constructivo es transmitido de padres a hijos, es decir de maestros a aprendices.
- Usan herramientas básicas y simples.
- La mano de obra proviene del núcleo familiar y de la vecindad.
- No existen planos ni especificaciones técnicas, es simplemente la imagen icónica y la tradición la que conduce sus diseños. (Lafebre, 2013)

2.1.2. La Arquitectura Vernácula y su proyección al presente



Los niveles de especialización de mano de obra, el tipo de herramientas y equipos de construcción, los requerimientos tecnológicos y energéticos que necesitan los materiales para su transformación y posterior uso, son entre otros, los parámetros que determinan el costo de las viviendas.

En la medida que se utilicen herramientas sencillas, mano de obra medianamente entrenada, materiales que puedan transformarse sin mayor inversión por industrialización o consumo energético y cuando la importación de materiales o elementos constructivos sea reducida, podremos entonces, dar respuesta a la creciente demanda de viviendas que requieren las familias pobres del país.

Si examinamos las técnicas vernáculas de construcción, podremos encontrar en ellas las raíces que nos permitan plantear adecuadas tecnologías de construcción y apropiadas a cada una de las regiones del país, que respondan a las demandas y capacidad de cada Ecuatoriano. (Lafebre, 2013)

2.1.3. Muros de Bahareque

La técnica del bahareque, que en algunos países de Latinoamérica se denomina quincha consiste en elementos verticales y horizontales formando una malla doble que crea un espacio interior, posteriormente relleno con barro. Existen también Los elementos verticales usualmente están compuestos por troncos de árboles, los horizontales de carrizo o ramas. Este sistema tiene la ventaja de ser dúctil (flexible) lo que lo hace resistente a los impactos de los sismos. (Minke, 2005)

Térmicamente el bahareque trabaja muy bien, manteniendo en un nivel agradable y constante la temperatura interior de los espacios.

2.2. CONFORT TÉRMICO

Al Confort térmico lo podemos definir como la sensación de bienestar que se experimenta cuando la permanencia en un ambiente determinado no exige esfuerzos desmesurados para mantener la temperatura interna normal.

Este confort se puede estudiar tanto en lo arquitectónico como lo urbanístico, a pesar de que estos estén relacionados, su aplicabilidad es diferente. En la arquitectura bioclimática se trata de aprovechar el clima y las condiciones del entorno, a fin de llegar a dicho confort en su interior. También se trata de jugar con el diseño y los elementos básicos de la arquitectura, sin la necesidad de que estos sean complejos. Una de las estrategias con las que se puede jugar es la ubicación, ya que es difícil realizar un proyecto si estas condiciones no están bien estudiadas. En dicho caso estas condiciones dependerían del ámbito urbanístico. En la arquitectura los edificios son barreras a la lluvia, viento y también pueden ser filtros sutiles a la luz y al calor.



El confort térmico tiene como objetivo brindar parámetros referentes para así poder valorar las condiciones micro climáticas de un espacio y determinar si son adecuados térmicamente para el uso del ser humano (Pesántes, 2012). Para esto se necesita de ciertos factores y parámetros de confort característicos del espacio determinado, como: la temperatura del aire, la radiación, humedad y el movimiento del aire

También podemos decir que es la sensación que tienen las personas al no experimentar ni calor ni frío, es decir, no solo entra en juego temperatura sino también varios factores físicos como las condiciones de humedad y movimientos del aire, todos estos elementos deben ser favorable para cualquier actividad que se desarrolla. (Neira, 2015)

Específicamente el confort térmico se refiere, a la percepción de bienestar y comodidad del ser humano en relación a las condiciones térmicas del ambiente, esta relación entre hombre y ambiente involucra un constante intercambio energético debido a las características del cuerpo humano de mantener unas condiciones internas estables frente a la constante fluctuación de energía del ambiente. (Toledo, 2011)

2.2.1. Rango de Confort Térmico en el Ecuador

El rango de confort en nuestro país se encuentra entre los 18° y 26°, según la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) en el capítulo 13, Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador.

Esta normativa describe los requisitos de los materiales de construcción y edificación, instalaciones y eficiencia energética, pero la aplicación de la normativa es voluntaria.

A pesar de que su aplicación no es de carácter obligatorio, es importante tomar conciencia sobre la pérdida de identidad en la mayor parte de la arquitectura que se desarrolla en nuestro medio. El reinterpretar la arquitectura, pensar en la relación del edificio con el medio permite darle al contexto ambiental la influencia necesaria para proyectar edificios que exploten de forma eficiente los recursos naturales durante su funcionamiento.

2.2.2. Programa Ecotect

Es un software desarrollado en base al concepto integral de análisis de diseño sostenible, sus funciones de simulación y energía pueden mejorar el rendimiento de los edificios existentes y nuevos diseños de construcción. Es una herramienta enfocada en la participación desde la etapa conceptual de determinado proyecto, la contextualización del proyecto arquitectónico liga a un entendimiento de la optimización o regulación de las condiciones climáticas de determinada región, permitiendo brindar confort térmico al



habitante, por tal motivo, es importante un entendimiento claro del clima así como el análisis de la orientación.(Toledo, 2011)

Como se observa en el siguiente cuadro, el Ecotect es el programa cuyas características tienen mayor aproximación para el presente estudio.

	Designbuilder.	Energyplus.	Enercad.	Ecotect.	ESP-r.	Solacalc.	PC-Solar	Geosol.
Software de dominio público.					x			x
Licencia estudiantil				x				
Compatibilidad, línea Autodesk.	x			x				
Compatibilidad motores de cálculo.	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.	Limitada		Limitada	Limitada	Limitada	Limitada	Limitada	

Figura 1. Características y selección de software. Fuente: Toledo, 2011.

2.3. ANTECEDENTES DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA

La arquitectura vernácula es un fiel reflejo de la cultura de los pueblos, conserva materiales y sistemas constructivos de cada región según su medio y entorno, por lo que se le considera un patrimonio de gran importancia, que necesita ser preservado y protegido. Por otro lado la arquitectura vernácula refleja las tradiciones y costumbres que se han transmitido de una generación a otra y que es el resultado del trabajo de la gente sin la intervención de profesionales o técnicos en la materia. Siempre ha sido la respuesta a las condiciones de su entorno, encontrando, a través del conocimiento popular, sacar el mayor provecho de los recursos naturales disponibles en el sitio, para lograr el confort necesario de las personas, mejorando su calidad de vida. La arquitectura vernácula engloba una serie de temas que están ligados y son importantes para su desarrollo y entendimiento, y que son tratados en esta investigación.(Gedeon, 2013)

Esta arquitectura ha sido desarrollada por los habitantes de determinada región o periodo histórico a través del conocimiento empírico, la experiencia de generaciones anteriores y la experimentación, basadas en el desarrollo de las construcciones tanto rural como urbana, estos constituyen una parte importante de la tradición constructiva de todas las épocas y tiene un claro carácter popular.

Los primeros edificios surgen a partir de la combinación de las necesidades (vivienda, protección del clima, seguridad, culto, entre otros) y los medios disponibles (materiales de construcción, habilidades empíricas, conocimiento básico).

El conocimiento empírico de los pueblos comenzó a ser formalizado a través de las tradiciones orales y prácticas, la construcción se convirtió en arte, el nombre que se le da a las versiones más formalizadas y respetadas de este arte es “Arquitectura”. Se sabe que el éxito de la arquitectura es producto de un proceso de ensayo y error, con resultados que

iban siendo cada vez más satisfactorios. Lo que conocemos como arquitectura vernácula se sigue realizando en varias partes del mundo, de hecho, los edificios vernáculos construidos en la mayor parte del mundo son experimentados por las personas todos los días. Los primeros asentamientos fueron rurales, debido al resultado positivo y al conocimiento adquirido en la elaboración de estas viviendas comenzó a expandirse como resultado de la urbanización, por tanto la creación de zonas urbanas creció y evolucionó rápidamente en algunos casos, como en Cojitambo, parroquia de la ciudad de Azogues.(Gedeon, 2013)



Figura 2. Dibujos de la interpretación de la vivienda primitiva y evolución según lo descrito por Vitrubio. Fuente: Gedeon, 2013.

Las construcciones con materiales naturales se han desarrollado constantemente a través de la historia, es uno de los primeros asentamientos de los humanos desde que estos decidieron salir de las cuevas a buscar abrigo y principalmente protección. En América existen vestigios de uso de materiales naturales en sus sistemas constructivos y como estos han evolucionado y como se han adaptado con el aporte de determinadas culturas, esto forma parte de lo que conocemos como la arquitectura vernácula. Esta arquitectura ha recibido varios nombres por parte de los arquitectos, como; empírica, primitiva, rural, popular, tradicional, anónima, informal, entre otras. El primero en definirla utilizando el término de vernáculo fue Bernard Rudofsky en su libro “Arquitectura sin Arquitectos” que presentó en una exposición en Nueva York en 1960, menciona que prácticamente no evoluciona, que sus formas se remontan a los inicios de la civilización, después de esto surgió un gran interés, comenzaron a aparecer varias publicaciones y organismos se mostraron interesados en rescatar y preservar este tipo de arquitectura.(Gedeon, 2013)



Este tipo de arquitectura además de ser el resultado de las condiciones climáticas características del lugar donde se encuentre y adaptarse con los materiales del entorno, estas viviendas no solo cubren las necesidades básicas de abrigo y protección, va más allá, tienen identidad cultural, se desarrolla en función de las tradiciones y costumbres de la sociedad que las adopta, la arquitectura vernácula posee características y elementos propios que define el patrimonio de un pueblo, el cual se debe rescatar y preservar.

Cuando empezó la revolución industrial, desató un gran cambio en humanidad, y esto contribuyó a desarrollar la arquitectura de una manera diferente, la introducción de nuevos materiales, hizo que los países más poderosos y desarrollados fueran los primeros en trazar una diferencia en el modo de construir, son los que alejaron las técnicas constructivas tradicionales y vernáculas. Pero también surgen movimientos de protesta en contra de esta industrialización, incentivados por la preocupación de defender la arquitectura artesanal, se populariza una arquitectura nacional como búsqueda de una identidad y tratar de preservarla, surgen autores que comienzan a tratar estos temas, comenzándola a llamar arquitectura popular o rural.

Analizando varios textos, artículos, citas y referencias de varios autores acerca del tema podemos sacar que a pesar de no tener características académicas, por no intervenir ningún profesional o técnico de la rama de arquitectura o ingeniería, la mayoría coincide que es una expresión del hombre en un entorno físico, acondicionado por las situaciones geográficas, climáticas y medioambientales, mayormente se traducen a viviendas, con una escala espacial pequeña, pero lo suficientemente acogedora para suplir las necesidades básicas, están elaboradas según las tradiciones y costumbres de la población que hace uso de ella, tradicionalmente se ubica en el entorno rural, del cual toman los materiales que resultan pocos costosos ya que son extraídos del propio lugar en el que son implantadas, una técnica constructiva que ha tenido un proceso histórico lento y que su resultado ha sido la mezcla de aportes de diferentes civilizaciones, que han sido heredados, pasando de generación en generación hasta llegar hasta nuestros días. (Gedeon, 2013)

2.4. ARQUITECTURA VERNÁCULA EN EL ECUADOR

La Arquitectura Vernácula en el Ecuador se manifiesta, bajo dos corrientes:

1. La primera que es resultado del mestizaje entre la cultura precolombina y la española de la conquista y colonia. La primera aportó los recursos naturales y su innata habilidad. La segunda, los sistemas constructivos y la forma de transformar los materiales (tierra, ladrillo, teja, etc.). La natural y primitiva forma de las casas y de los asentamientos precolombinos, desaparecieron para dar paso a nuevas formas y maneras de hacer casas, donde materiales y mano de obra fueron del medio (locales), mientras que la transformación de los materiales y los diseños fueron impuestos por los colonizadores. La arquitectura que se menciona, aparece hoy en el



medio rural y es consecuente con sus recursos, paisaje, factores geográficos y climáticos, sus asentamientos tienen características agrícolas y se localizan en los alrededores de los junto a las fincas, ranchos y haciendas.(Lafebre, 2013)

2. La segunda que es manifestada por las etnias amazónicas y de otros lugares del país, las mismas que alejadas de los centros urbanos, tratan con poco éxito de sobrevivir hasta el presente. Los Chachis (cayapas), los Tsachilas (colorados), y los Awas (coaiqueres) en la costa, en conjunto con los grupos tribales de la amazonía: Shuar y Achuar, Secoyas, Sionas, Huaoranis, Quichuas y Cofanes, en la zona amazónica y los Saraguros, Otavaleños, Quichuas andinos y Salasacas en la sierra, entre otros, conforman un reducido grupo de indígenas ecuatorianos que con su lenguaje, forma de vivir y construir, tratan de conservar su personalidad a pesar de las presiones de la colonización, del evangelio, del turismo y de la explotación petrolera. Los grupos étnicos conciben sus edificaciones como "espacio sagrado", ya que la misma se concibe no solo en función de sus necesidades materiales, sino también de las espirituales, por lo que sus viviendas representan sus creencias, tradiciones, costumbres, son la expresión tridimensional de sus propias vidas.(Lafebre, 2013)

La arquitectura vernácula, es parte del patrimonio de nuestro país. Es reserva invaluable del Hábitat como modelos adecuados y lógicos para válidas propuestas de sistemas constructivos apropiados, los mismos que experimentalmente desarrollados y valorados permitan, la implementación en gran escala de programas nacionales de vivienda, los mismos que respondan positivamente a las demandas de confort, estética, seguridad, economía y nacionalidad. Por tanto las formas, sistemas y técnicas constructivas vernaculares del Ecuador, son expresión simbólica de nuestra cultura, transmitida de generación en generación, mediante la voz del jefe de la casa o del "maestro".(Lafebre, 2013)

En el Ecuador la arquitectura vernácula ha sido el ejemplo de técnicas constructivas apropiadas a un sector o región determinado, utilizando materiales y recursos cercanos y de fácil acceso con la única finalidad de obtener un confort en la vivienda o edificación. El manejo de sombras, del viento, del calor, ventilación, de manera natural y tomando en cuenta el clima, hacen que este tipo de edificaciones, en su mayoría viviendas, reduzcan al máximo el consumo de energía proveniente de fuentes artificiales para proveer al edificio luz o climatización.

Nuestro país es multiétnico y pluricultural, que además cuenta con una enorme biodiversidad, su territorio es relativamente pequeño considerando todos los microclimas que caracterizan sus diferentes regiones que son: la Costa, la Sierra, la Amazonía y la Región Insular (Archipiélago de Galápagos), cada una con distintas características



geográficas y climáticas. Todos estos puntos son claves para analizar la arquitectura nativa en Ecuador que está marcada por sus diferentes zonas y culturas.

Debido a nuestro clima variado se debe estudiar la arquitectura vernácula no de forma global, si no haciendo un análisis de las respuestas arquitectónicas que se han dado en cada una de las regiones y pisos climáticos, en este caso, la Sierra, ya que al tener diferentes características meteorológicas y geográficas, la respuesta de las técnicas constructivas son diferentes en cada punto del país.

2.4.1. Que es la Arquitectura Vernácula para Nuestro País

La arquitectura vernácula, es parte del patrimonio de nuestro país. Es reserva invaluable del Hábitat como modelos adecuados y lógicos para válidas propuestas de Sistemas Constructivos Apropriados, los mismos que experimentalmente desarrollados y valorados permitan, la implementación en gran escala de programas nacionales de vivienda, los mismos que respondan positivamente a las demandas de confort, estética, seguridad, economía y nacionalidad.

Por tanto las formas, sistemas y técnicas constructivas vernaculares del Ecuador, son expresión simbólica de nuestra cultura, transmitida de generación en generación, mediante la voz del jefe de la casa o del "maestro" y que son partes inherentes a la construcción de nuestro país. (Lafebre, 2013)

2.4.2. Análisis del Sistema Constructivo de Bahareque

El bahareque es una de las técnicas más usadas en las construcciones vernáculas por su facilidad y rapidez en su elaboración si la comparamos con el adobe y tapial, además es económica al no necesitar de mano de obra especializada.

El sistema de bahareque ha sido usado en nuestro entorno desde hace miles de años por los pueblos nativos de nuestra zona. Los cañarís usaron el bahareque para realiza sus edificaciones, pero posteriormente adoptaron parte de las técnicas constructivas de los Incas.

Esta técnica ha sido usada en nuestro territorio tanto en la sierra como en la costa y trasciende en antigüedad a los sistemas de Adobe y Tapial.

El bahareque es una técnica muy conocida y usada en los sectores rurales del Ecuador, tradicionalmente se estructura sobre una cimentación corrida, hecha de piedra, sobre el cual se alza un sistema estructural de madera en compañía de un entramado vertical que normalmente se de carrizo, el cual permite posteriormente verter el barro al interior y finalmente el sistema presenta un terminado de tierra con fibras que mejora su durabilidad. (Gárate & Morales, 2016)



Elementos del Sistema

1. Paredes

Generalmente sus paredes oscilan entre los 10 y 15 cm, por lo que estas no funcionan como elemento estructural, están compuestas por un entramado de madera sobre el cual se vierte el revoque de barro.

2. Cimentación

Se emplea una cimentación corrida, dejando en las esquinas espacios para las piedras basas ya que estas recibirán el peso de la estructura.

La piedra basa soporta el peso de pilares o columnas, en estas se realiza un trabajo previo a su colocación que consiste en darle forma y dimensiones requeridas, posterior a esto se realiza un orificio en donde se asentará la columna. Ya en obra se debe ubicar a la profundidad requerida con la ayuda de un pisón.

3. Soleras

Sobre la cimentación se asentarán elementos longitudinales de madera denominados soleras, las que funcionan a manera de cadenas.

4. Columnas o pilares de madera

Estas pueden ser de dos tipos “columna de tronco con horcón o columna simple”, su uso generalmente depende de la capacidad económica del propietario siendo la columna de tronco la más accesible.

En caso de que no existan soleras se deberá asentar la columna sobre la piedra basa, estos elementos estructurales podrán conectarse mediante “espigas” realizadas en la base de la columna, la cual se apoyará sobre el orificio de las mismas medidas realizado previamente en la piedra basa. En caso de la existencia de una solera, se aplicará el sistema caja espiga, teniendo la caja en la solera.

5. Vigas

Posterior a la colocación de todos los elementos verticales se procede a ubicar los elementos horizontales (vigas y dinteles), en estos existe una gran cantidad de ensambles.

6. Elementos horizontales no estructurales

Estos elementos están compuestos por umbrales y antepechos.

7. Trinquetes

Estos elementos son trocos de madera que se colocan de manera inclinada entre columnas, sobre estos se colocará el entramado el cual soportará al revoque de barro.

Un aspecto importante del sistema constructivo en bahareque es que se puede desarrollar toda la estructura previa a la colocación del barro.

8. Enchaclado

Entramado vertical para soporte de barro de relleno, generalmente realizado con carrizo.

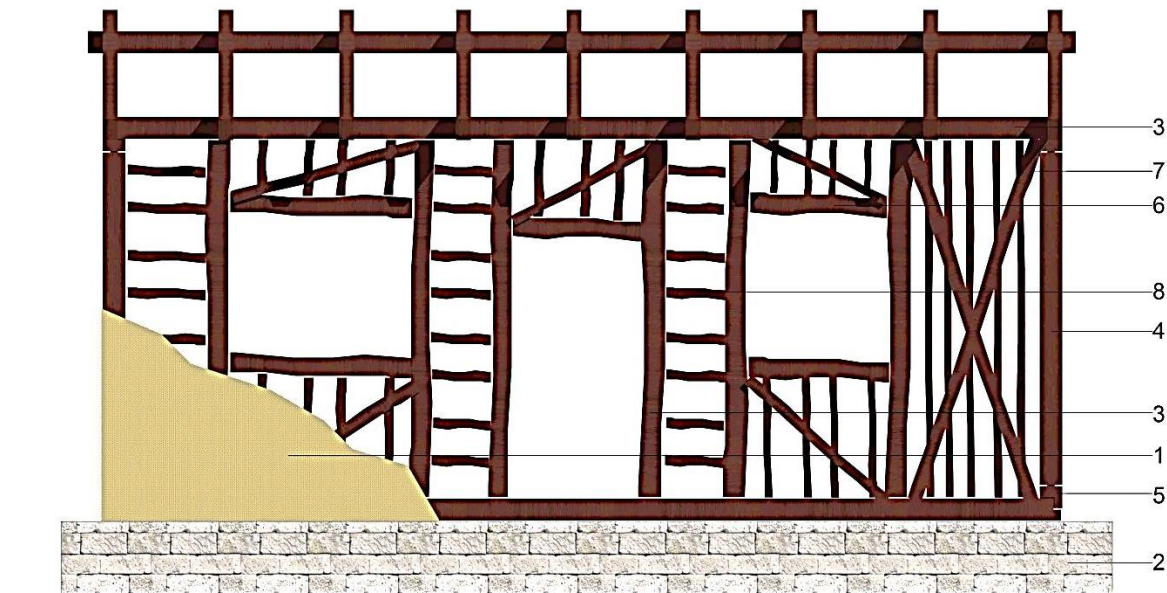


Figura 3. Alzado del sistema de bahareque. Autor: Paúl Rivas Rivas.

Proceso

- La técnica consiste en el armado de una estructura de madera. La cimentación de este sistema es corrida y en las esquinas se dejan unas piedras basas que serán de base para las columnas de madera (figura 4).

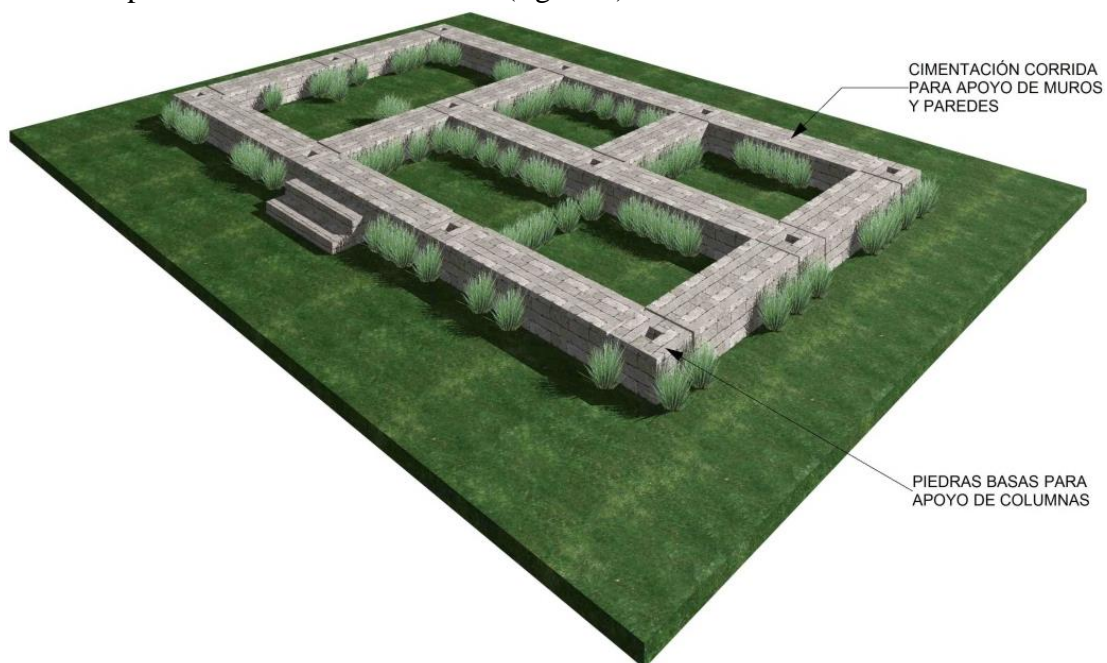


Figura 4. Piedras basas y cimentación corrida terminada. Autor: Paúl Rivas Rivas.

- Sobre la cimentación de piedra del lugar se colocan elementos de madera llamados soleras para que cumpla la función de cadena, sobre estas se apoyarán las columnas de madera. Muchas construcciones tienen las vigas apoyadas directamente sobre las piedras basas. En caso de que exista solera o cadena el ensamble de la columna se realiza con caja y espiga como explica el siguiente diagrama:

1. Pilar
2. Espiga
3. Caja
4. Solera inferior
5. Cimentación corrida

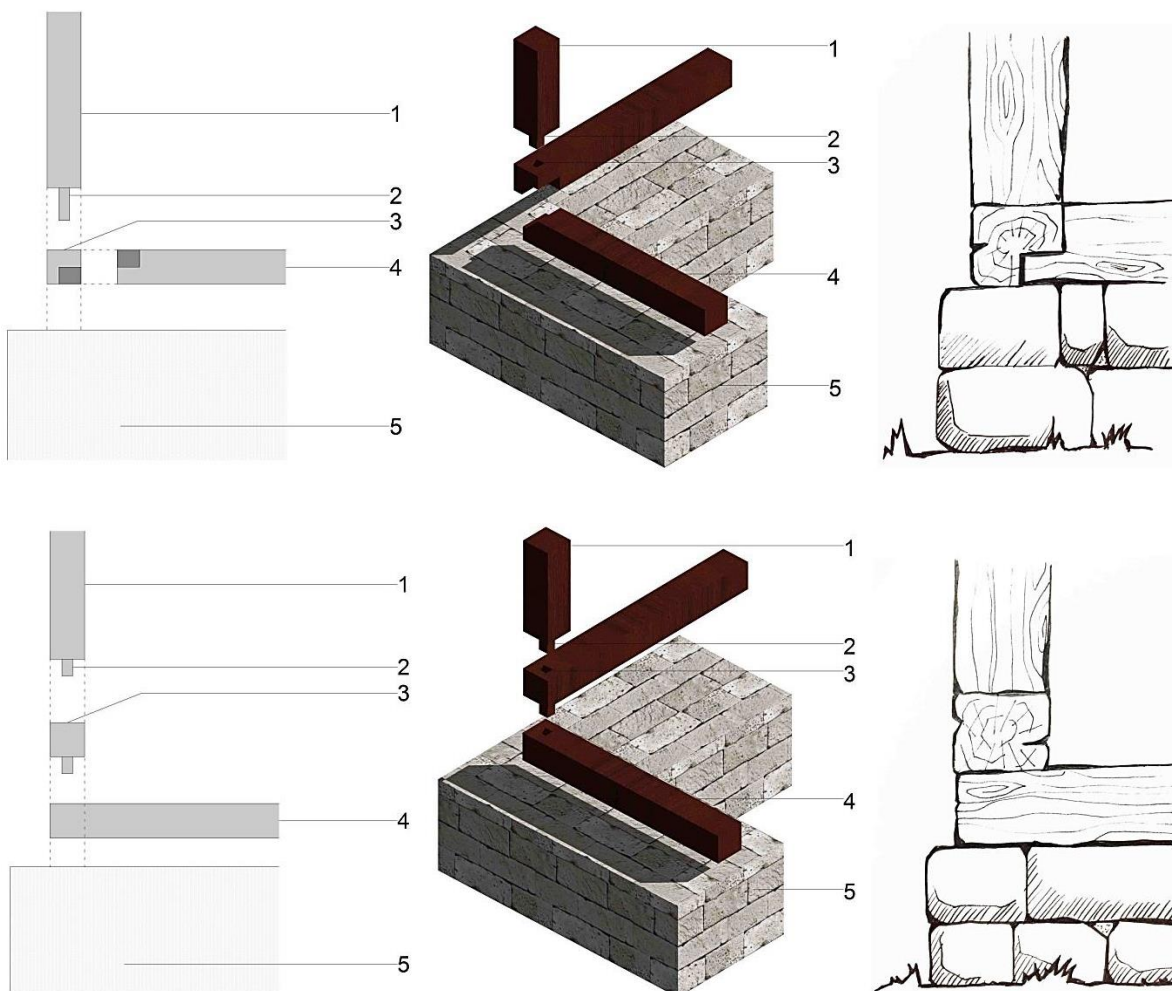


Figura 5. Detalles de ensambles entre columna y solera. Autor: Paúl Rivas Rivas.

- Para continuar con elaboración de la estructura y una vez colocadas las columnas se procede a la colocación de las vigas, se continúa con los umbrales y antepechos que son las estructuras de las aberturas de puertas y ventanas.

- Se continúa con la colocación de la cubierta, para luego proceder a la obra de albañilería de los muros, de esta forma queda cubierta de la lluvia, es una ventaja de este sistema constructivo.
- Se coloca sobre ésta tiras de carrizo en los dos lados de la estructura previa y esto sirve de soporte para el barro que se colocara en la siguiente etapa. Esta mezcla se la realiza previamente a base de arcilla, agua, paja de cerro cabuya y cumple el papel de relleno del muro y es aplicada en forma de mortero, es este elemento el que le da el aislamiento térmico a la obra.

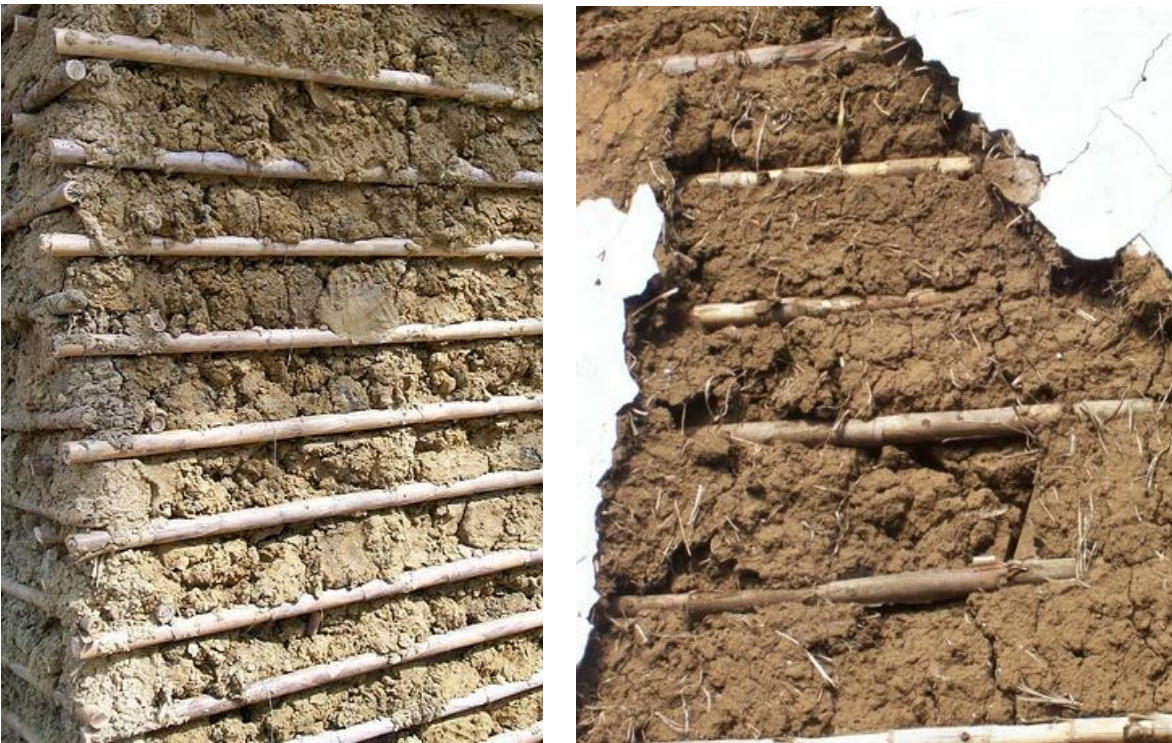


Foto 1. Muros de bahareque. Fuente: www.tectonicablog.com

- El relleno del bahareque se lo realiza utilizando barro preparado con arcilla tamizada. Las columnas son utilizadas como maestras y la herramienta que se utiliza es un codal de madera. Este tratamiento se lo ve en las casas de mediano y pequeño tamaño. Cuando no se hace correctamente el revoque el riesgo que se corre es que a causa de las lluvias y humedad se provoque desprendimiento del mortero que se colocó en la fase de construcción.

Uniones

Existen diferentes formas para unir los elementos de la estructura en el sistema constructivo de bahareque. Tradicionalmente se los unía con fibras naturales como la cabuya.

- **Unión clavada:**

Se la hace mediante elementos de fijación puntual, que transmite los esfuerzos en la zona que actúa, por lo que es necesario ubicar estas uniones en varios puntos para que la fuerza se reparta en todo el elemento.

Los clavos lisos permiten este tipo de unión, ya que al ser un elemento metálico de sección transversal menor transmite los esfuerzos a la estructura.



Figura 6. Uniones de elementos de madera por medio de clavos. Fuente: Pinos & Baculima, 2013.

- **Unión amarrada:**

Este tipo de unión se realiza por medio de un elemento flexible con la capacidad de amarrarse a sí mismo y cuya función es atar dos elementos, mediante tensión, para mantenerlos vinculados.

Dentro de estos elementos de amarre se encuentra materiales como la cabuya, que enlaza los carrizos entre sí para conformar un solo elemento, estos amarres deben hacerse procurando que el nudo quede bien asegurado. La aplicación de estas uniones está en el relleno de las paredes y la cubierta.

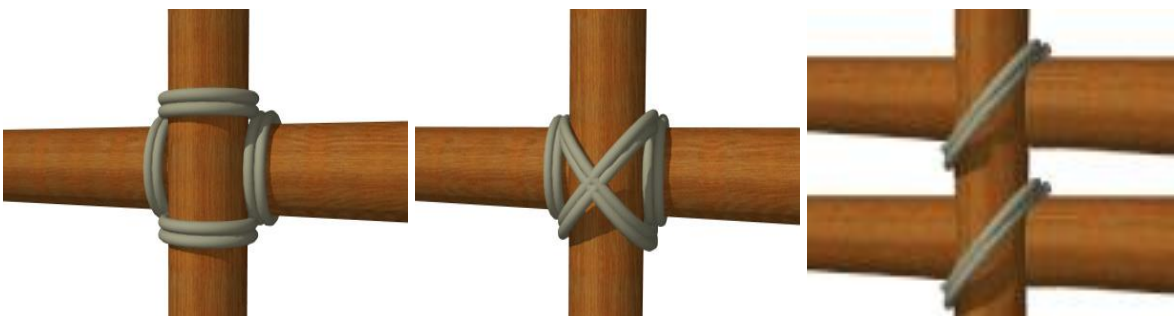


Figura 7. Uniones de elementos de madera y carrizo por medio de cabuya. Fuente: Pinos & Baculima, 2013.

A pesar de que las uniones están bien realizadas, al ver las viviendas existen ciertas falencias generadas por las uniones inestables y realizadas empíricamente.

Cubierta



Una vez culminada la estructura de madera, sobre las vigas superiores se asientan viguetas, y sobre cada vigueta de madera se asienta en la parte central un tocho de madera, de 40cm de altura, el cual va a soportar las vigas de la cubierta.

Se cruza de tocho a tocho y de forma horizontal, una viga que tendrá la función de cumbrero en el cual se van a asentar las vigas que van a conformar la pendiente de la cubierta. Se coloca una viga de madera de 12 x 14m de forma inclinada que va desde el cumbrero a la vigueta que está asentada sobre la solera superior, en cuya unión se hace un destaje con la forma de la viga en la que se asienta con el fin de asegurar estos elementos.

Esta inclinación de la viga debe considerarse haciendo que la pendiente esté en un rango del 30 - 60°, en el caso de las cubiertas de teja, para facilitar la evacuación del agua. Se considera, dejar un alero que varía de 60-90cm por lo que la vigueta sobresale esta distancia de la estructura de las paredes al igual que la solera superior.

Sobre las vigas de cubierta se clavan tiras de madera con una separación de 40-80cm de forma horizontal a lo largo de toda la estructura, iniciando desde el borde inferior que queda expuesto.

El armado de las tejas se lo realiza formando hileras de teja, con teja canal (concavidad hacia arriba) y teja cobija (concavidad hacia abajo) alternadamente de manera que las teja canal sirva de soporte a la teja cobija. Para unir las tejas de cada hilera se amarraban con cabuya por los orificios que cada teja posee y esta hilera se fija a tiras de madera o carrizos de apoyo. En la parte superior de la cubierta, para cubrir el cumbrero se colocan tejas (teja cobija), de forma horizontal una sobre otra.

Finalmente la mayoría de las viviendas cuentan con el cielo raso, este es de madera.

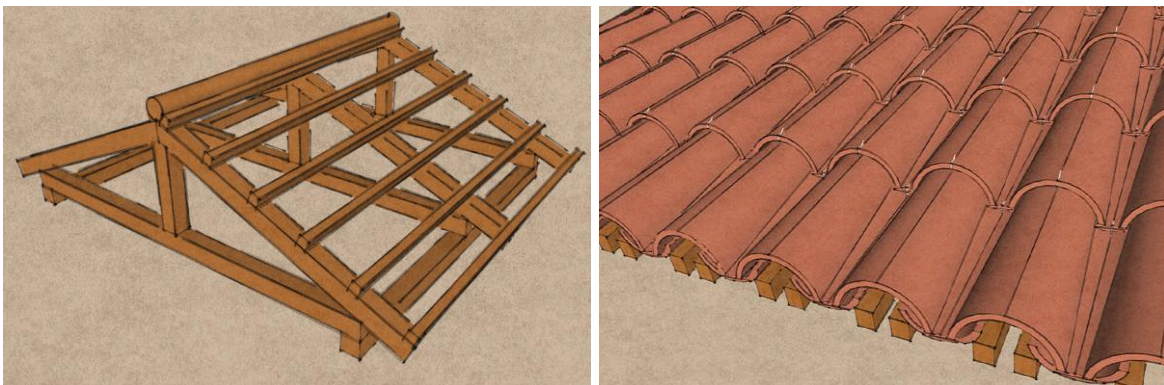


Figura 8. Armado de cubierta. Fuente: Pinos & Baculima, 2013.

2.4.3. Ventajas y Desventajas

Ventajas:



Obtención

- La tierra es un material totalmente inofensivo, no contiene sustancias tóxicas, siempre que provenga de un suelo que no haya padecido contaminación.
- Es totalmente reciclable si en la obra no se mezcla la tierra con algún producto fabricado por las personas (por ejemplo, cemento), sería posible integrar totalmente el material otra vez en la naturaleza si se decidiera derrocar el edificio.
- Es fácil de obtener localmente, prácticamente cualquier tipo de tierra del lugar es útil para construir. También se pueden hacer mezclas con otro material cercano o con algún material que mejore sus características en la mezcla ya sea cal, yeso, paja, etc.

Térmicas

- La construcción con la tierra cruda es sencilla y con mínimo gasto energético, no requiere un gran transporte de materiales o una cocción a alta temperatura. Es por ello que se considera un material de muy baja energía incorporada.
- Su obtención es respetuosa del entorno si se extrae del propio emplazamiento. Provoca un impacto poco mayor que el que ya supone realizar la propia construcción. No lleva asociados problemas como la deforestación o la minería extractiva que implican otros materiales constructivos.

Propiedades

- Tiene excelentes propiedades térmicas. La tierra tiene una gran capacidad para almacenar el calor y cederlo posteriormente (cualidad conocida como inercia térmica). Así, permite disminuir los cambios de temperatura externos, creando un ambiente interior agradable para los habitantes. Sobre todo resulta adecuada en climas áridos con variaciones extremas constantes de temperatura entre el día y la noche pero, si se incluye un aislamiento adecuado, también es idónea en climas más suaves.
- Posee aislamiento acústico ya que este tipo de muros transmiten mal las vibraciones sonoras, de modo que se convierten en una eficaz barrera contra los ruidos indeseados.
- La tierra es un material inerte que no se incendia, pudre, o recibe ataques de insectos, esto es así porque se evita el uso de las capas superiores de suelo, con gran cantidad de material orgánico.
- Es un material transpirable. Los muros de tierra permiten la regulación natural de la humedad del interior de la casa, de modo que se evitan las condensaciones.

Económico

- Lo económico también es un punto a resaltar, en este sentido la tierra es un material asequible, es un recurso barato o prácticamente gratuito que a menudo ya se encuentra en el lugar donde se va a implantar la vivienda.

Desventajas:



Limitaciones

- Requiere de un mantenimiento continuo para prolongar su vida útil, ya que la acción de agentes externos es un factor que lo afecta.
- Debido a la falta de mano de obra este sistema constructivo se está dejando de usar.
- Presenta limitaciones en altura, por lo que difícilmente se pueden construir edificaciones altas restringiendo su aplicación a ciertas construcciones.

Vulnerabilidad

- Vulnerabilidad al contacto con el agua provocando que la tierra erosione y se desintegre la construcción a causa de este efecto.
- El revoque que es utilizando como revestimiento exterior (mortero), en algunos casos hace que los muros presenten grietas.
- Se genera un abandono de este sistema por la introducción de nuevos materiales a la zona y la migración de sus propietarios. (Pinos & Baculima, 2014)

Fisuras y grietas

- Minke al hablar de las desventajas del bahareque nos dice que este sistema en la práctica frecuentemente presenta grietas y fisuras, debido a que el espesor de la capa de revoque sobre los elementos de madera no tiene un espesor suficiente. Por las grietas y fisuras penetra el agua de la lluvia provocando expansión y desprendimiento del revoque de barro. Por ello, esta técnica se recomienda solo si la ejecución es perfecta sin fisuras, ni grietas. El sistema requiere control y mantenimiento, si aparecen grietas en la superficie deben ser selladas inmediatamente.

2.5. VIVIENDA VERNÁCULA DE BAHAREQUE EN COJITAMBO, PARROQUIA DE AZOGUES

2.5.1. Localización de la Parroquia Cojitambo

La Parroquia Cojitambo está localizada en una zona rural a 10 kilómetros (7 minutos) al oeste de la ciudad de Azogues en la provincia del Cañar, esta comprende un área aproximada de 52 hectáreas, dotada de una topografía irregular en su mayoría. Está conformado por un extenso complejo de ruinas, que se levantan sobre la cumbre y los flancos norte y oeste del cerro, adaptándose a las características morfológicas del terreno.

Cojitambo está limitado por el norte con el cantón Biblián; por el sur con la Parroquia Javier Loyola, por la cabecera de Rumihurco, y la Raya de Chuquipata; al este con la ciudad de Azogues, por la Parroquia Borrero, colinas de Shishiquín, Toray y Chapte; y al oeste con el cantón Déleg.



Figura 9. Ubicación de la parroquia Cojitambo. Autor: Paúl Rivas Rivas.



Foto 2. Vista del cerro Cojitambo desde el cantón Azogues. Autor: Paúl Rivas Rivas.

2.5.2. Reseña Histórica de Cojitambo

Cojitambo es una zona rica en cultura y en este punto de la investigación nos parece interesante mostrar parte de su historia.

Las Ruinas del Cojitambo, hoy denominado como “Complejo Arqueológico” están localizadas junto al imponente cerro con el mismo nombre Cojitambo, compuesto por



voces quichuas: CURI = oro o CUSI = alegre y TAMPU = depósito, hospedaje o TAMBO = descanso, por lo que se interpreta como un lugar de descanso o un lugar de depósito de oro, este concepto se vincula con una leyenda que se ha transmitido de generación en generación: de aquel oro que se trasladaba desde Quito hacia el Perú para pagar el rescate de Atahualpa, cautivo de los españoles, pues habría sido escondido por Rumiñahui en este lugar en el “Juctu = cueva” en unión de sus cargadores con el fin de no dejar testigos de este escondite.

Debido a que en la parroquia Cojitambo se encuentra uno de los complejos arqueológicos más importantes del Ecuador el turismo está siempre presente en el lugar, en donde el mes de Junio de todos los años se realiza “La Fiesta del Maíz” que pretende hacer un homenaje a la cosecha del principal alimento de los pueblos indígenas, utilizado para la elaboración de diferentes comidas y bebidas, además de rescatar las costumbres y tradiciones de un pueblo rico en cultura.



Foto 3. Complejo arqueológico Cojitambo. Fuente: www.azogues.gob.ec.

Muchas conjeturas se han hecho sobre el origen del cerro Cojitambo, ciertos geólogos manifiestan que pertenece a la era cuaternaria (hace 12.000 años) y que en el gran cataclismo de la formación de los Andes, se formó el Cojitambo, quedando solo los escombros de su estado primitivo y que su altura debió ser mucho mayor dada la gran cantidad de materiales encontrados a sus alrededores. Otros manifiestan que el origen de este cerro es eminentemente volcánico y esto se comprueba por el aspecto que presenta,



pues se dice que alguna vez fue un volcán activo, que por los constantes cambios geológicos de la tierra, en cierta ocasión se había cerrado su cráter y como la materia ígnea insistiera en abrirse paso, se produjo una gran explosión que trajo como consecuencia el enorme derrumbe de material constitutivo, que podemos observar en dirección sureste, quedando de esta manera el cerro dividido por la mitad como se puede apreciar por la parte occidental y que aún yergue sobre la meseta.

Considerando, que este cerro es el resultado de las actividades volcánicas desde hace millones de años, en cuya última erupción que habría sido de tal magnitud, que perdió la mitad de su cuerpo, por lo que hoy figura como una inmensa roca desgajada una gran parte de su cumbre, de manera que también se encuentran enormes rocas de andesita dispersas en las faldas del Cojitambo, mientras que otras habrían rodado hacia los alrededores hasta la cercanías del pueblo de Chuquipata.

La morfología del Cojitambo es de tipo multiforme de acuerdo al ángulo del que se le vea. Hay quienes lo describen mirando desde el norte como un león dormido; desde Azogues, como un galgo sentado en sus patas traseras y desde el sur aparece gallardo e imponente, en forma piramidal. (Yepez, 2012)



Foto 4. Cojitambo en forma de león dormido. Autor: Paúl Rivas Rivas.

2.5.3. Caracterización de la Vivienda de Bahareque en Cojitambo

Luego de hacer un análisis general de la zona de intervención, nos centramos en analizar de forma puntual las características de la arquitectura tradicional de las viviendas vernáculas de bahareque de la parroquia Cojitambo.

A lo largo del tiempo varias de estas construcciones se han mantenido intactas con sus características y materiales de origen, según el testimonio de las personas del lugar, estas casas tienen aproximadamente entre 60 y 150 años en el sector. Aunque algunas viviendas ya no están habitadas actualmente, muchas de ellas todavía dan cobijo a varias familias.



Foto 5. Viviendas de bahareque de la parroquia Cojitambo, en buen estado. Autor: Paúl Rivas Rivas.



Foto 6. Vivienda de bahareque de la parroquia Cojitambo, en buen estado. Autor: Paúl Rivas Rivas.

Entendemos que la Arquitectura Vernácula de la parroquia Cojitambo, surge para protegerse del medio físico mediante los recursos disponibles dentro de un perímetro limitado, es decir se emplean materiales de la zona para la práctica constructiva, esta es un proceso espontáneo (arte comunal de un pueblo), de este modo manifiesta un carácter tal que destaca en relación al paisaje y sus imponentes vistas, utilizan el material de acuerdo al papel y función que el mismo puede cumplir, nos referimos a que se da una lógica

constructiva mediante el aprovechamiento de los recursos del medio: piedra, madera, barro, etc. La Arquitectura de estas casas muestra en general, sobriedad y sencillez de líneas en el aspecto formal.

La arquitectura del lugar de piedra, madera, bahareque y teja se ha ido perdiendo, siendo reemplazadas poco a poco por construcciones de bloque, sin embargo se puede encontrar varias de estas viviendas en buen estado.

2.5.4. Componentes de las Viviendas

Los componentes de las viviendas inciden directamente en el confort, principalmente sus muros, seguido por la cubierta.

1. Cubierta: La totalidad de la cubierta es de teja cerámica común, elaborada en la misma parroquia, colocada sobre la estructura, cuando existe cielo raso es de madera.

2. Estructura de madera: La madera es empleada en toda la estructura de la vivienda (columnas, vigas, aleros, cubierta, etc.), proviene de lugares muy cercanos a la construcción.

3. Muros de bahareque: Son la envolvente de la vivienda, sus componentes como la tierra, el carrizo y la cabuya para su elaboración proviene del mismo terreno, tienen cualidades de inercia térmica que permite mantener una temperatura de confort en el interior de los espacios.

4. Base de piedra: Elemento estructural utilizado como cimentación de la vivienda que además sirve para generar una plataforma en el terreno en la cual la casa será asentada, de este modo se soluciona el desnivel que pueda presentar el terreno y en algunos casos se genera un espacio en la parte inferior de la vivienda denominado por los pobladores como “*cuarto bajo*”, este no es habitable pero sirve para diferentes actividades como secar granos provenientes de las cosechas y establo para los animales.

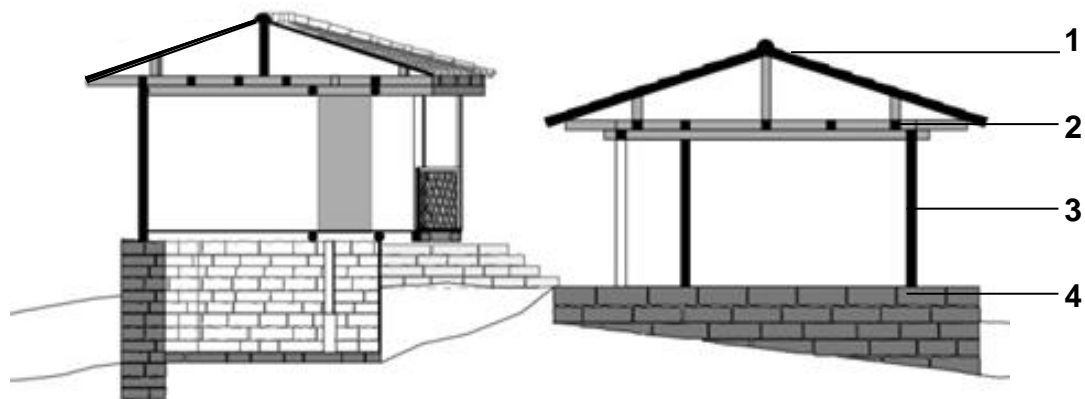
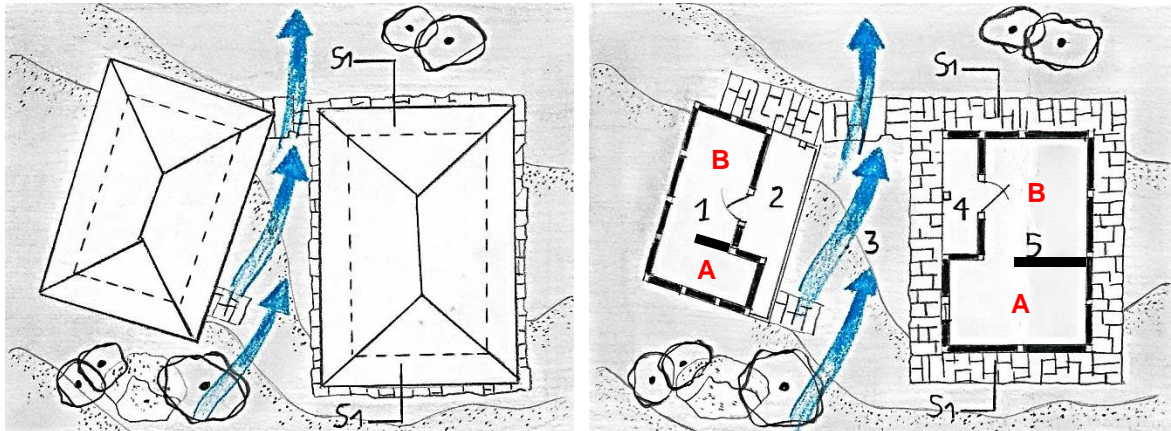


Figura 10. Sección con los componentes de la vivienda de bahareque, sin escala. Autor: Paúl Rivas Rivas.

El siguiente gráfico son dos viviendas de bahareque con sus respectivas plantas arquitectónicas. Como se muestra en las ilustraciones (figura 11) estas construcciones no sobrepasan los 40.00 m² y la división interior está compuesta por el área de dormitorio (A) y área social (B) en la cual se encuentran sala y comedor juntos. También observamos como la disposición del emplazamiento pueden generar ventilación cruzada en este caso.



Sin escala



1. Planta 1
2. Portal
3. Patio central
4. Portal
5. Planta 2

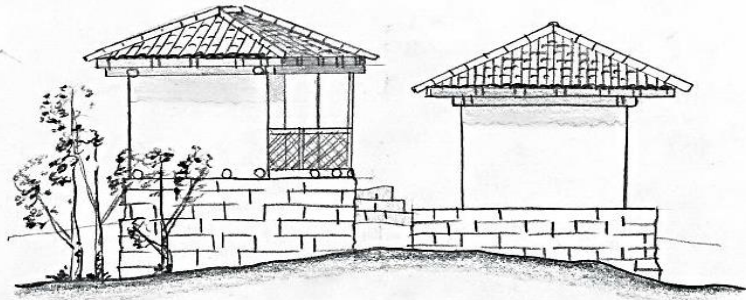


Figura 11. Dibujo con ejemplos de viviendas de bahareque de Cojitambo. Autor: Paúl Rivas Rivas.

En la primera observamos que su emplazamiento es inclinado con respecto a la otra y como se aprecia en el dibujo el elemento que pueda ventilar e iluminar esta área es una puerta. En el otro caso, nos encontramos con un modelo de planta que al igual que el anterior tiene el portal característico de estas construcciones y se ventila por medio de una puerta y ventana. También se aprecia como de alguna manera se aplica la ventilación cruzada entre los volúmenes.

Por lo que se puede apreciar en algunos de los casos las viviendas carecen de ventanas, pero en su gran mayoría disponen de aberturas. Las puertas y ventanas mayormente son de tablas de pino y en muchos casos sin pulir, están sujetadas con bisagras metálicas tipo T. El ancho de las puertas utilizado normalmente es entre 0.70m y 1.35m, en el caso de las ventanas está entre los 0.50m y 0.80m a una altura desde 0.90m con respecto al piso.



2.6. MAQUETA DE VIVIENDA VERNÁCULA DE COJITAMBO

Para complementar la descripción de la técnica constructiva de bahareque y los elementos que la componen, este punto de la investigación plantea la elaboración de un modelo a escala de una casa de la parroquia Cojitambo.

2.6.1. Datos

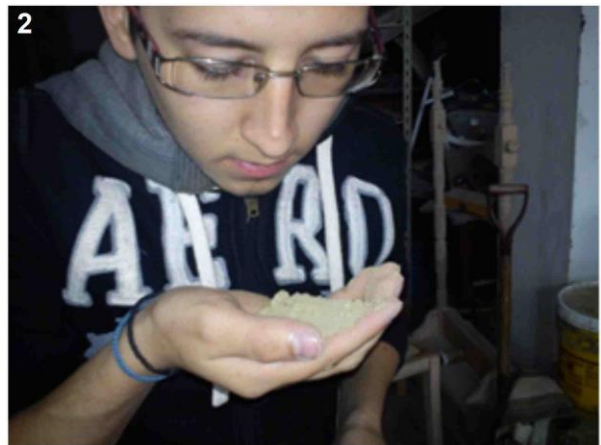
- La maqueta se elaboró en escala 1:10
- Las vigas del piso tienen el mismo ancho del muro de bahareque (15cm) y se elaboró con madera.
- Las guías verticales se colocaron en una separación de 1.20m. en las cuales se apoyan varias diagonales que le da firmeza a los muros.

2.6.2. Pruebas de Campo

La finalidad de las pruebas de campo es conocer de primera mano el material (textura, consistencia, olor, etc.) con el cual los moradores de esta zona elaboraron los muros de las viviendas, tomando tierra del propio suelo de Cojitambo. Para la construcción en tierra, se sugiere las siguientes pruebas: (Borges, 2010).

1. Prueba de color: El material presenta un color café claro algo brillante, lo que nos indica de que se trata de un suelo inorgánico.

2. Prueba de olor: El material no despidió olor a moho, por lo que se confirma que se trata de un suelo inorgánico.





3. Prueba del tacto: Se ha tomado una pequeña cantidad de tierra que se ha colocado en la mano y con el dedo índice se ha detectado que su composición consta de un alto porcentaje de arena y en menor cantidad limo y arcilla.

4. Prueba del brillo: Se ha tomado algo de tierra y mezclada con el agua se forma una bola compacta del tamaño de la mano, la misma que al realizarle un corte por la mitad se observa la superficie brillante, y se trata de arcillas.



5- Prueba de la cintilla: Se ha tomado una cantidad de material molido y se ha amasado con agua hasta lograr una cintilla de 20cm, al alzarla se ha roto en 7cm, lo que indica que es un suelo adecuado para la elaboración del bahareque.

6. Prueba de lavado de manos: Se manipuló una cantidad del material, al lavarse las manos se sintió jabonoso, y presentó dificultades a una rápida limpieza, por tanto se trata de arcillas.



Foto 7. Secuencia fotográfica de las pruebas en tierra. Autor: Paúl Rivas Rivas.

2.6.3. Detalles y Proceso Constructivo.

Se empezó con la colocación de cimentación de piedra de Cojitambo como base, en la cual se va a asentar la estructura de la vivienda.



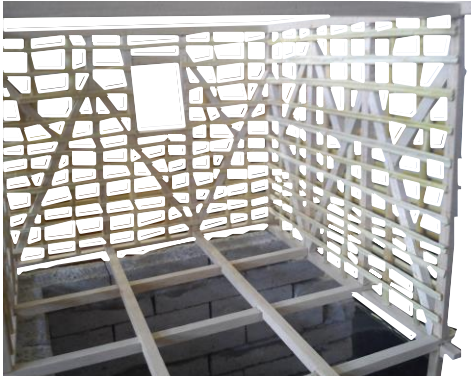
El armado de las vigas y columnas se realiza con madera del sector de 15x15cm.



A continuación se colocan elementos de carrizo para reforzar la estructura, este material también se lo puede encontrar en el sector principalmente en los sembradíos.



Una vez armada la estructura se procede a la colocación de la tierra extraída del propio sitio, en una mezcla con estiércol de vaca como embarado para el revoque, también se usa cabuya para lograr la consistencia que necesita el bahareque.



Finalmente se procede al armado de la cubierta con tiras de madera y se continúa con la colocación de teja, que es un material que se elabora en el sector.



Foto 8. Proceso constructivo del modelo de vivienda vernácula de bahareque. Autor: Paúl Rivas Rivas.

2.6.4. Modelo Terminado





Foto 9. Modelo de vivienda vernácula terminado. Autor: Paúl Rivas Rivas.

2.7. VIVIENDA ACTUAL

En esta investigación se habla de la vivienda actual desde el punto de vista de la sustitución de los materiales de origen natural por los de características industriales (bloques de concreto), y como en este proceso se deja de lado técnicas constructivas ancestrales, que son parte de la arquitectura vernácula de Azogues y patrimonio cultural.

Una de las características más notorias de la tradición popular de nuestro medio es el respeto y aceptación en la comunidad en los modelos tipológicos y que estos sean construidos por expertos en la técnica.

El constructor mayormente es el mismo propietario, o puede desarrollarse por vía de un maestro constructor, por intermediación de alguna institución pública o privada, o algún técnico profesional. Cuando se utiliza este último, mayormente recurren a él para una construcción de bloques de concreto, que es la que se considera en auge hoy en día.



Foto 10. Viviendas vernáculas rehabilitadas de la parroquia Cojitambo. Autor: Paúl Rivas Rivas.

Como muestra las imágenes para el mantenimiento de las viviendas de bahareque normalmente se efectúan cambios sencillos en algunos componentes de la casa, como aplicar pintura, cambiar puertas o ventanas, tablas dañadas, reparar el revoque de tierra entre otros. También se ha planteado hacer cambios tan bruscos como sustituir el material completo de las paredes y sustituirlo por bloques de concreto, así como también cambiar la estructura del techo, emplean fibrocemento como cubierta sustituyendo la de teja.

Cabe destacar aun cuando se realizan estos cambios en los componentes de la vivienda vernácula, el modelo tipológico en su condición espacial ha permanecido igual a menos que esta transformaciones se desarrollen en ampliaciones por el aumento de la familia, o como un planteamiento de sumar espacio para la producción o comercialización, como reflejo de crecimiento económico; aunque este último caso se visualiza más en los entornos urbanos.



Foto 11. Viviendas vernáculas con cambios de materiales de la parroquia Cojitambo. Autor: Paúl Rivas Rivas.



Estas imágenes nos dice que la arquitectura vernácula está cada día más amenazada y al menos su autenticidad y armonía desaparecerán, debido a la utilización, muchas veces inducida por planes gubernamentales, de materiales y modelos arquitectónicos completamente ajenos a la tradición popular y al medio ambiente natural. Muchos de estos planes contemplan y hacen hincapié en la sustitución de los materiales de los componentes de la vivienda, siendo los más comunes y que están en pleno proceso actualmente el de cambiar el material de las cubiertas por una de fibrocemento, a nuestro entender el uso de este no afecta el estado de confort de la vivienda debido a las propiedades de dicho material como: impermeabilidad, ligereza, durabilidad, economía, entre otras. Por otro lado se encuentra la sustitución de piso de tierra por uno de cemento, que desde nuestro punto esto no es acertado, ya que la tierra con un tratamiento, podría funcionar bien.

Es de suma importancia plantearse el asesoramiento de profesionales que puedan recomendar la manera de conservar estas viviendas como patrimonio vernáculo y popular ya que cuando se aplican estas acciones y se sustituyen los materiales tradicionales de sus componentes por unos de origen ajeno se puede agravar el confort. En algunos casos la intervención da como resultado final un modelo con materiales mixtos, de nuestro punto de vista es una mejor opción a que se sustituya la totalidad sus componentes.

El cambio de materiales puede significar la pérdida de identidad de la arquitectura vernácula y popular, además que contribuyen al deterioro medioambiental, también se llegará a un mayor consumo de energía ya que las condiciones de estos materiales hacen más común la necesidad de equipamientos como calefactores para mantener el confort térmico interior en un nivel aceptable para el usuario, mientras con el método constructivo tradicional utilizando componentes de origen natural los niveles de confort son buenos.

Como se había comentado anteriormente, en las imágenes se aprecia la construcción de viviendas con materiales mixtos (foto 11), aunque se muestra en fase de terminación a nuestro entender ha perdido características de su identidad cultural, principalmente en las paredes con la colocación de los bloques de concreto.

Como habíamos comentado al principio, las personas de escasos recursos que se instalan en las afueras del entorno urbano, desarrollan su vivienda con bloques de concreto, debido a que no cuentan con el conocimiento acerca del uso de los materiales naturales, además tienen la idea de que utilizando este tipo de materiales van a tener una vivienda más resistente.

2.6. CONCLUSIÓN

Se puede resumir claramente el concepto de arquitectura vernácula como el proceso de creación arquitectónica que no necesitó de un arquitecto, que es instintivo, que utiliza materiales tradicionales y sustentables, y responde a las necesidades del individuo y su



entorno concreto, siendo este tipo de edificación una manifestación de equilibrio entre su economía, sociedad y medio ambiente, características que debe contener la vivienda para que pueda llegar a considerarse como “sustentable”. Por ende, a todo lo anterior mencionado, creemos que la arquitectura vernácula no puede dejarse a un lado ya que rescata el respeto al entorno y se adapta con sus sistemas constructivos a los aspectos sustentables que se demanda hoy en día.

También podemos concluir que en la actualidad la tierra puede convertirse en una buena elección en el campo de la construcción debido a sus propiedades. Se puede ver por tanto, que la tierra presenta una gran cantidad de ventajas frente a otros materiales contemporáneos como el bloque de concreto, razón por la cual es una alternativa viable y veraz en la búsqueda de nuevas opciones en el campo de la construcción e investigación.

CAPÍTULO III: EL CLIMA EN COJITAMBO Y CARACTERÍSTICAS DE LAS VIVIENDAS A ANALIZAR

3.1. ANÁLISIS CLIMÁTICO DE COJITAMBO, PARROQUIA DE LA CIUDAD DE AZOGUES

La mayor parte del terreno de Cojitambo se encuentra a los 2872 metros de altura sobre el nivel del mar, sus coordenadas son 2°45'0" S y 78°52'0" W.

La topografía del suelo de la parroquia es bastante accidentada, con algunas planicies un poco inclinadas, los agentes atmosféricos modificadores del suelo, como los vientos, las lluvias, han producido grandes erosiones, disminuyendo gran parte del terreno cultivable.

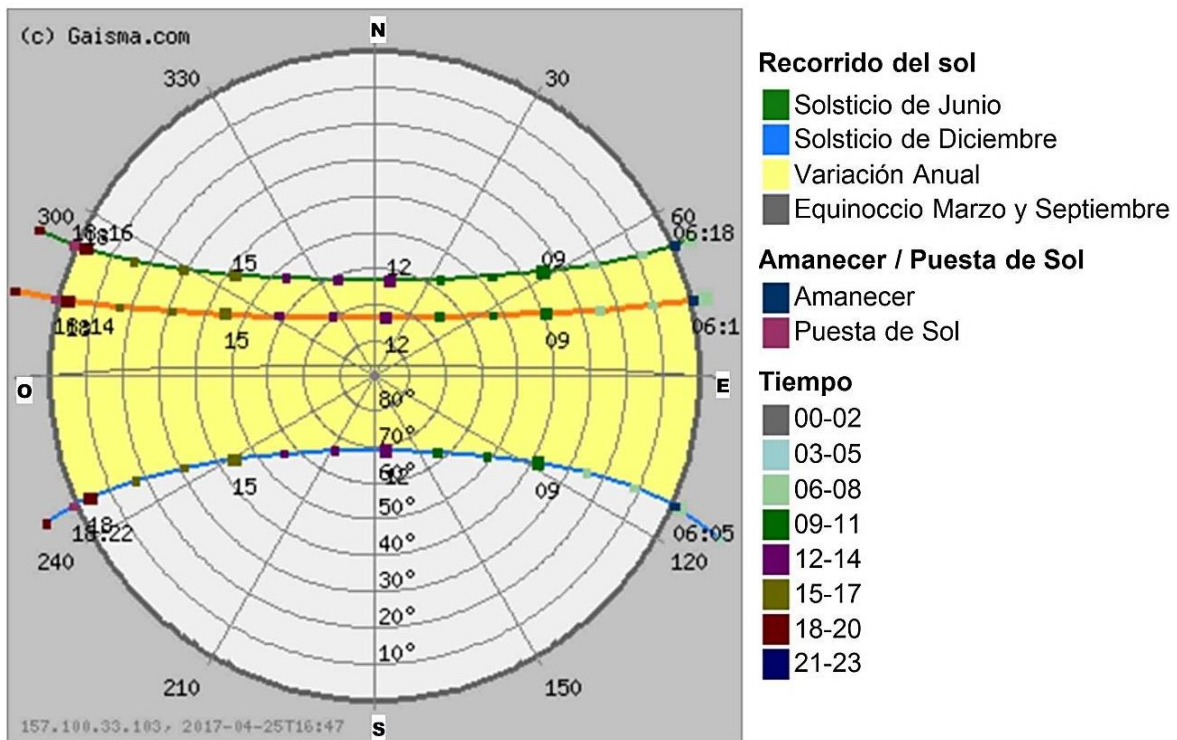


Figura 12. Diagrama de recorrido solar. Fuente: www.gaisma.com.

3.1.1. Clima

La mayoría de los datos climáticos para esta investigación fueron obtenidos de la estación meteorológica en la ciudad de Biblián con sede en el Colegio José Benigno Iglesias, por ser la más próxima a nuestra ciudad.

Esta estación proporciona la información para el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).



Figura 13. Ubicación de la estación meteorológica. Fuente: worldmap.harvard.edu

El clima aquí es suave, y generalmente cálido, las precipitaciones son significativas, con precipitaciones incluso durante el mes más seco que es Agosto. Este clima es considerado templado, según la clasificación climática de Köppen.

2011	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
TEMPERATURA MAXIMA (°C)	21.10	20.70	20.70	20.90	20.10	18.80	19.00	18.40	18.00	21.60	21.00	19.80
TEMPERATURA MEDIA (°C)	15.70	15.50	15.10	15.20	15.00	14.00	13.90	13.80	13.40	15.10	15.20	14.60
TEMPERATURA MINIMA (°C)	10.10	9.90	9.60	9.60	8.80	8.70	8.30	8.50	7.70	7.20	9.00	9.10
PRECIPITACIÓN (mm)	63.20	60.00	122.50	150.30	78.20	65.60	23.30	43.10	57.60	47.10	159.40	116.10
2012	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
TEMPERATURA MAXIMA (°C)	19.20	19.40	19.00	19.30	19.20	17.20	19.40	19.20	18.70	20.60	19.70	18.30
TEMPERATURA MEDIA (°C)	15.00	14.30	14.40	14.30	14.00	13.30	13.00	13.80	13.60	14.20	13.90	13.10
TEMPERATURA MINIMA (°C)	10.50	8.40	9.80	9.50	8.90	9.00	5.90	8.10	7.40	7.00	8.10	8.00
PRECIPITACIÓN (mm)	88.60	51.10	108.20	207.40	93.40	143.70	26.90	63.20	40.90	96.90	104.30	108.70
2013	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
TEMPERATURA MAXIMA (°C)	20.40	19.10	19.00	19.90	19.00	19.30	17.10	17.40	19.10	18.70	20.70	21.00
TEMPERATURA MEDIA (°C)	14.80	14.60	13.90	14.40	14.10	13.60	12.80	12.60	14.00	13.80	14.80	14.90
TEMPERATURA MINIMA (°C)	9.50	9.60	8.50	8.80	9.30	7.90	7.90	6.70	8.10	8.80	8.90	8.90
PRECIPITACIÓN (mm)	82.70	233.40	145.50	211.80	177.90	94.90	64.00	46.60	46.00	128.20	153.50	84.30
2014	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
TEMPERATURA MAXIMA (°C)	19.40	18.70	19.40	19.90	19.60	20.00	19.20	17.80	19.80	18.60	20.90	21.30
TEMPERATURA MEDIA (°C)	14.4	13.7	14.3	14.1	13.7	14.1	13.5	13.2	14.30	13.80	15.00	15.05
TEMPERATURA MINIMA (°C)	9.20	8.90	8.40	8.70	8.00	8.90	7.30	8.40	8.80	9.00	9.10	8.80
PRECIPITACIÓN (mm)	147.40	91.10	135.00	112.40	54.70	55.10	69.30	54.60	48.20	90.70	139.00	105.00
2015	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
TEMPERATURA MAXIMA (°C)	21.20	21.40	19.50	20.80	19.40	19.10	17.80	19.60	18.90	21.80	22.40	20.90
TEMPERATURA MEDIA (°C)	14.50	15.00	15.40	15.20	14.90	13.80	12.50	13.80	13.80	14.40	15.00	15.00
TEMPERATURA MINIMA (°C)	8.80	9.90	8.50	9.90	8.50	8.00	8.90	8.20	7.90	7.30	6.70	8.60
PRECIPITACIÓN (mm)	107.50	121.30	77.80	164.60	82.40	63.70	99.50	36.70	77.40	94.60	104.70	152.40
2016	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
TEMPERATURA MAXIMA (°C)	20.90	19.86	20.30	21.00	19.46	18.88	18.90	18.48	18.90	21.10	22.90	22.00
TEMPERATURA MEDIA (°C)	15.10	14.60	14.70	14.64	14.10	13.50	13.35	12.80	13.20	14.60	16.00	15.10
TEMPERATURA MINIMA (°C)	9.60	9.90	9.70	9.10	8.40	8.70	7.80	5.90	6.60	8.40	9.50	9.70
PRECIPITACIÓN (mm)	159.30	100.10	88.10	96.80	44.00	43.10	45.40	26.50	6.00	91.90	93.40	29.10
PROMEDIOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
TEMPERATURA MAXIMA (°C)	20.37	19.86	19.65	20.30	19.46	18.88	18.57	18.48	18.90	20.40	21.27	20.55
TEMPERATURA MEDIA (°C)	14.92	14.62	14.63	14.64	14.30	13.72	13.18	13.33	13.72	14.32	14.98	14.63
TEMPERATURA MINIMA (°C)	9.62	9.43	9.08	9.27	8.65	8.53	7.68	7.63	7.75	7.95	8.55	8.85
PRECIPITACIÓN (mm)	108.12	109.50	112.85	157.22	88.43	77.68	53.73	45.12	46.02	91.57	125.72	99.27

Tabla 1. Valores promedio de temperatura y precipitaciones de los últimos años. Fuente: INAMHI



Aunque no existen dos estaciones definidas como verano e invierno, sin embargo el mes más caluroso del año con un promedio de las temperaturas medias de 14.92 °C es Febrero y el mes más frío del año es Julio con un promedio de las temperaturas medias de 13.18 °C.

El mes más seco es agosto, con 45.12 mm, mientras que la caída media en abril es 157.22mm, es el mes en el que se tiene las mayores precipitaciones del año.

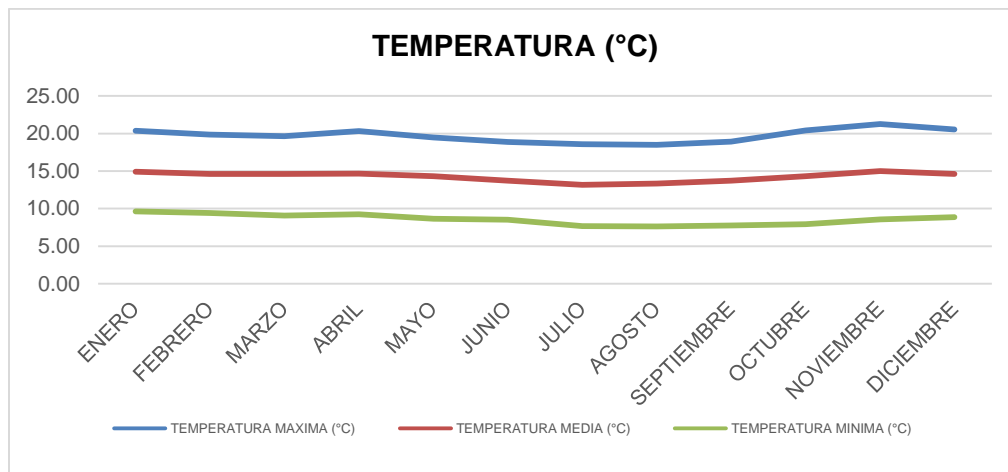


Figura 14. Diagrama de temperatura. Autor: Paúl Rivas Rivas.

Las precipitaciones se presentan durante todo el año, hasta el mes más seco aún tiene mucha lluvia. La temperatura media anual se encuentra a 14.25 °C, la temperatura media máximas es de 19.72°C y la media mínima es de 8.58°C. La precipitación media aproximada es de 1116.22 mm al año.

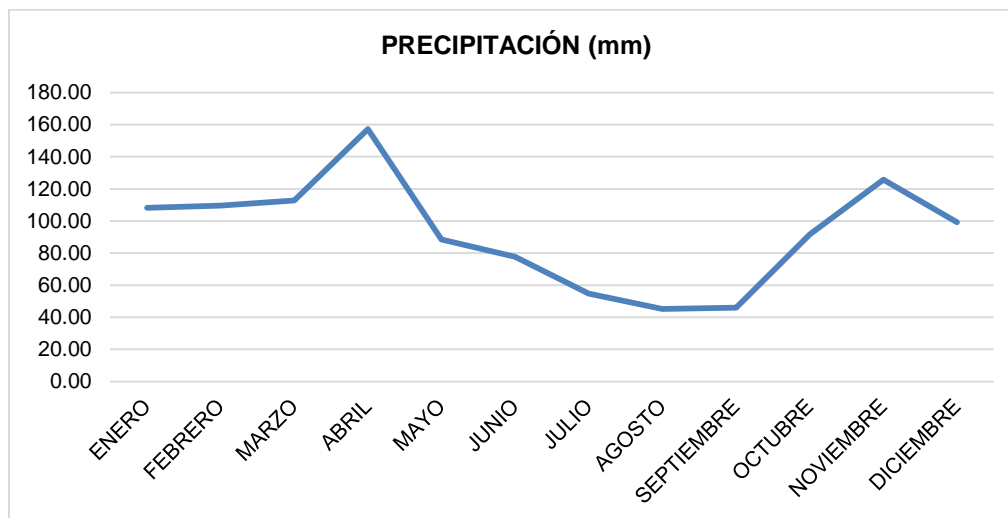
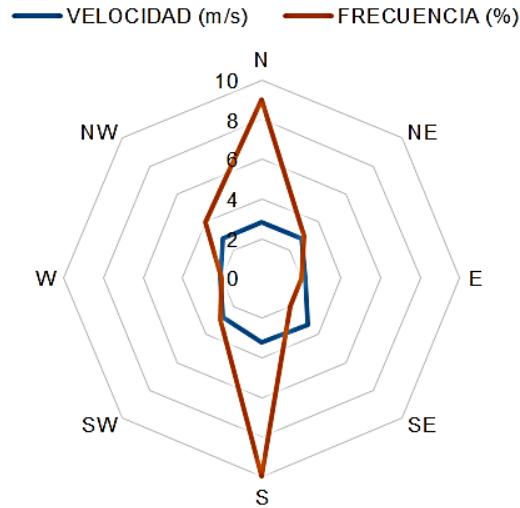


Figura 15. Diagrama de precipitaciones. Autor: Paúl Rivas Rivas.

Los vientos dominantes siguen la dirección Sureste – Noroeste y la dirección Sur – Norte, durante todo el año, su velocidad promedio anual es 2,75m/s.



DIRECCION DEL VIENTO								
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
VELOCIDAD (m/s)	2.8	2.8	2.2	3.3	3.2	2.8	2.1	2.8
FRECUENCIA (%)	9	3	2	2	10	3	2	4

Figura 16. Rosa de los vientos. Autor: Paúl Rivas Rivas.

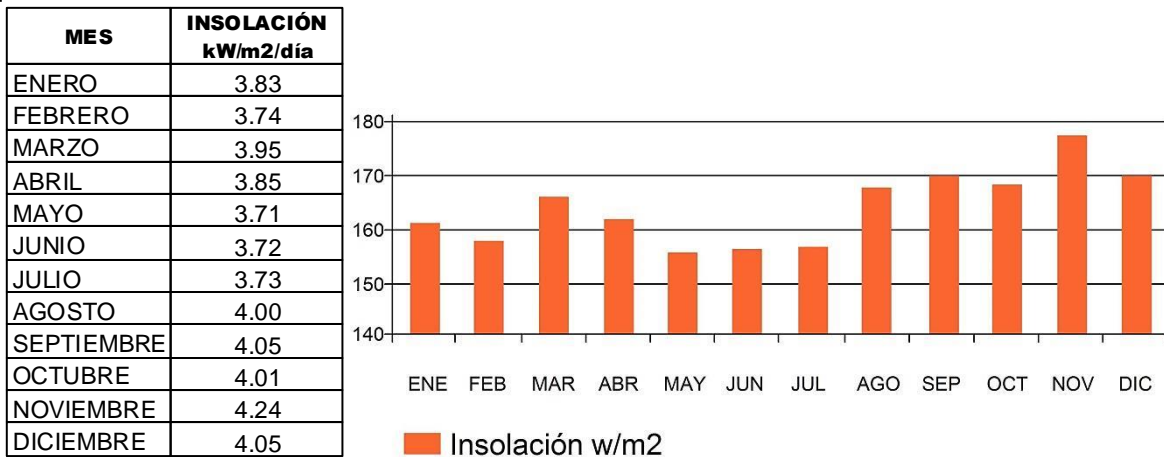


Figura 17. Cuadro de insolación diaria y diagrama de insolación mensual. Fuente: www.gaisma.com.

La humedad relativa promedio es del 67%, que es un factor que puede considerarse alto, llegando a un máximo de 79,40% en el mes de Febrero y a un mínimo de 51,22% en el mes de Septiembre. (Fuente: www.nefgo.com y www.gaisma.com.)

RESUMEN ANUAL	
TEMPERATURA MÁXIMA	19.72 °C
TEMPERATURA MEDIA	14.25 °C
TEMPERATURA MÍNIMA	8.58 °C
HUMEDAD RELATIVA	67 %



PRECIPITACIÓN	1116.22 mm
VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO	2.75 m/s
DIRECCIÓN MEDIA DEL VIENTO	SE-NO

Figura 18. Cuadro resumen anual de datos climáticos. Autor: Paúl Rivas Rivas.

3.2. ESPACIOS A ANALIZAR

Las variables y criterios para la selección de las edificaciones son las siguientes:

Se tomaron tres viviendas vernáculas de bahareque de la parroquia Cojitambo, para así tener un mayor elemento de análisis y discusión, además se generan más posibilidades de variación para entender lo que pasa en este estudio. A pesar de que existen investigaciones, que se realizan con un caso de estudio, creemos que necesitamos mayor información para sacar conclusiones claras.

Los criterios de selección de las viviendas, fue el obtener tres casas distintas entre sí en espacios y tipologías, para que al realizar los cálculos y comparaciones en el programa exista cierta variedad en los resultados de la investigación, para lograr lo anterior se analizó lo siguiente:

- Ubicación: Las tres viviendas están emplazadas de forma diferente en su orientación.
- Vientos: La disposición de sus vanos son en diferentes direcciones, por tanto el viento actuará diferente en cada construcción.
- Soleamiento: El recorrido solar sobre las edificaciones es diferente en cada caso.

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 nos dará la comparación entre cada vivienda de bahareque y las de bloques de concreto, para saber qué construcción presenta un mejor desempeño en términos de confort térmico.

Para realizar los cálculos y simulaciones con el programa Ecotect, se ha tomado en cuenta la descripción y observaciones de los datos encontrados en las visitas realizadas al lugar. De acuerdo a la información no existen variantes entre las casas en cuanto al tipo de materiales utilizados para construirlas y se tiene los datos de las características de cada uno de ellos para poder realizar los cálculos.

El otro modelo para hacer el análisis comparativo se basa en la misma tipología, mismo espacio interior y distribución, solo varía en la sustitución de los materiales por los que se usan actualmente, serán realizadas con muros de bloques de concreto y cubierta de fibrocemento.

3.2.1. Vivienda 1:

Construcción en Bahareque



Descripción

- Área de construcción: 31.26m²
- Espacio interior dividido en dos; área de dormitorios de 10.66m², área social (sala, comedor, cocina) de 12.31m²
- Muros de bahareque, tablas de madera entrelazadas, relleno con mezcla de barro con estiércol de vaca, espesor 0.15m
- Puertas de madera de 1m de ancho y 1.75 de altura
- Ventanas batientes de tablas de madera de 0.65m de ancho y 0.75m de altura
- Piso de madera de 0.15m
- Cubierta con hojas de madera y teja cerámica a dos aguas con inclinación de 35% y aleros de 0.80m

- ▷ Planta cimentación
- ▽ Planta baja.
- △ Planta de cubiertas.

1. Portal.
2. Habitación.
3. Área social.

⊖ Sin escala

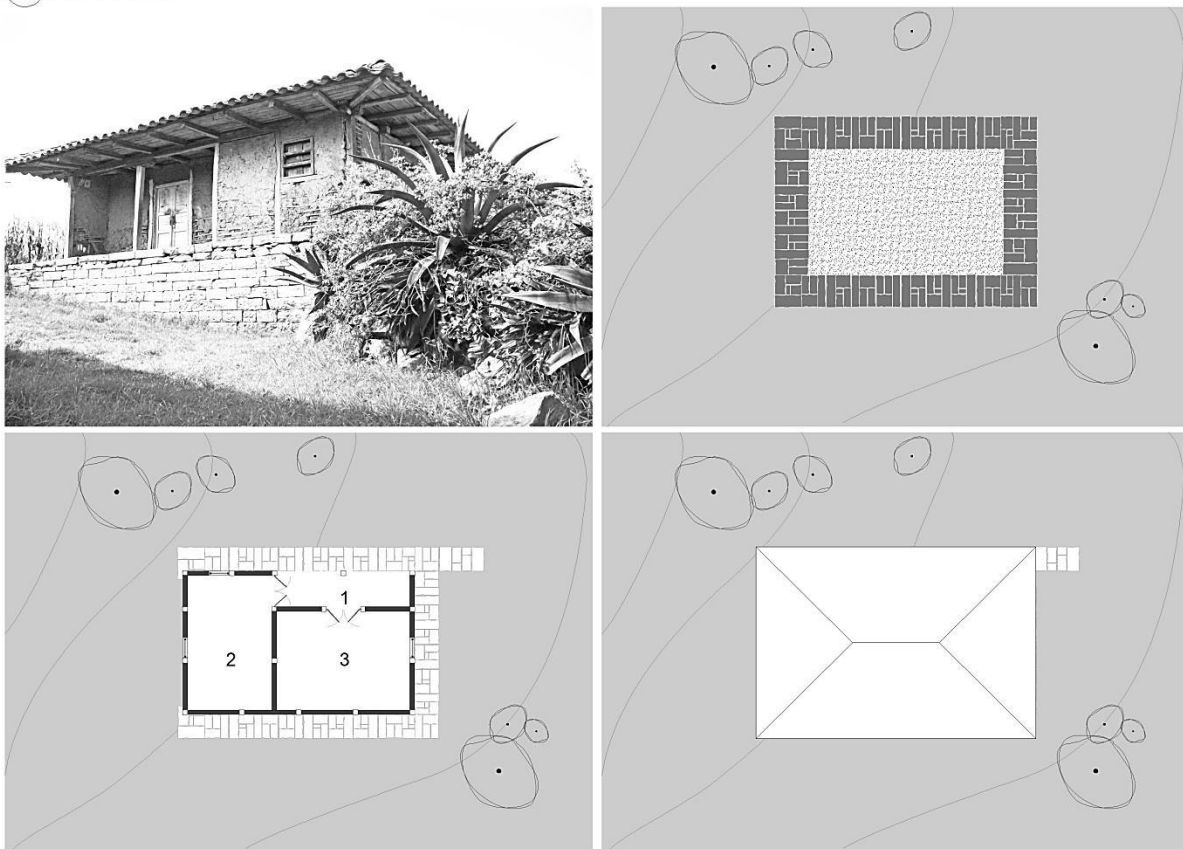


Figura 19. Planta Arquitectónica vivienda de bahareque. Autor: Paúl Rivas Rivas.

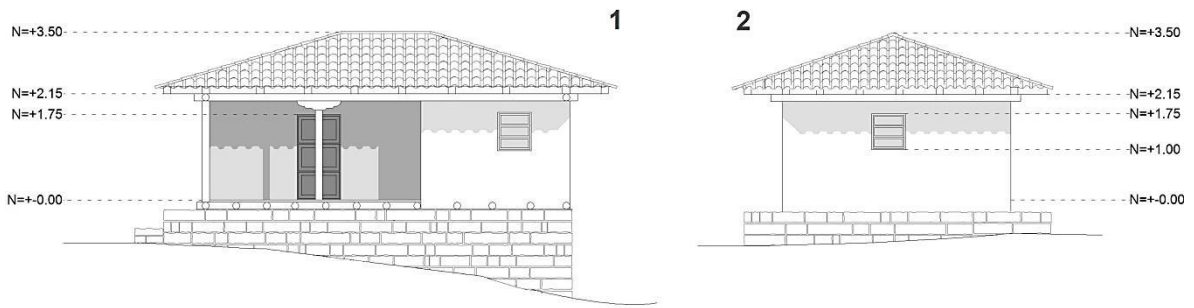


Figura 20. Alzados: 1 Oeste y 2 Norte. Autor: Paúl Rivas Rivas.

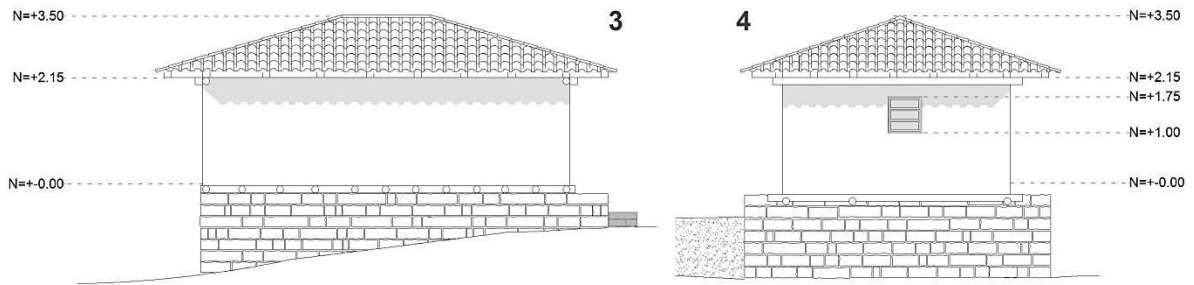


Figura 21. Alzados: 3 Este y 4 Sur. Autor: Paúl Rivas Rivas.



Foto 12. Vista 3D vivienda de bahareque. Autor: Paúl Rivas Rivas.



Construcción en Bloques de Concreto

Descripción

- Área de construcción: 31.26m²
- Espacio interior dividido en dos; área de dormitorios de 10.66m², área social (sala, comedor, cocina) de 12.31m²
- Muros de bloques de concreto 0.15m de espesor y un revoque de mortero cemento de 0.02m de espesor
- Puertas de madera de 1m de ancho y 1.75 de altura
- Ventanas batientes de aluminio de 0.65m de ancho y 0.75m de altura
- Piso de cemento pulido de 0.15m
- Cubierta de fibrocemento a dos aguas con inclinación de 35% y aleros de 0.80m

▽ Planta baja.

△ Planta de cubiertas.

1. Portal.

2. Habitación.

3. Área social.

⊖ Sin escala

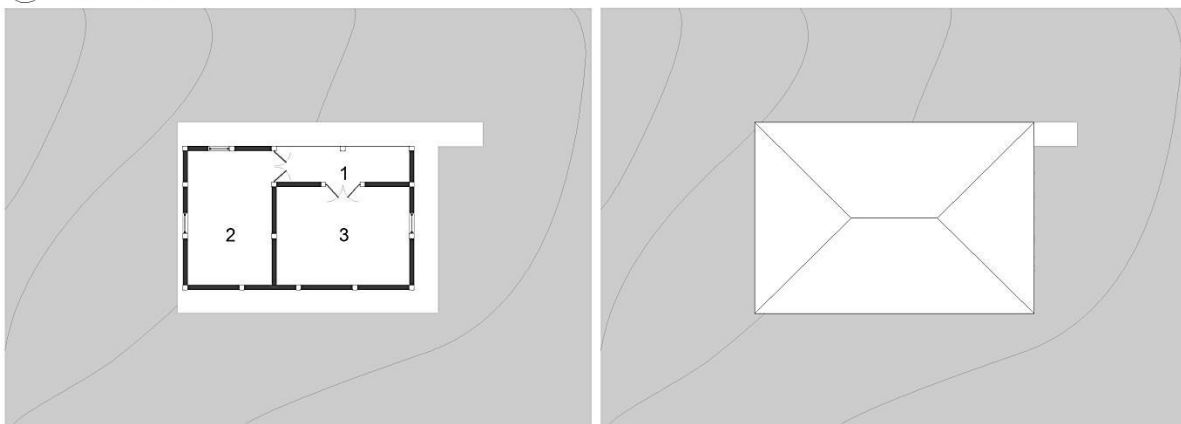


Figura 22. Planta Arquitectónica vivienda de bloques de concreto. Autor: Paúl Rivas Rivas.

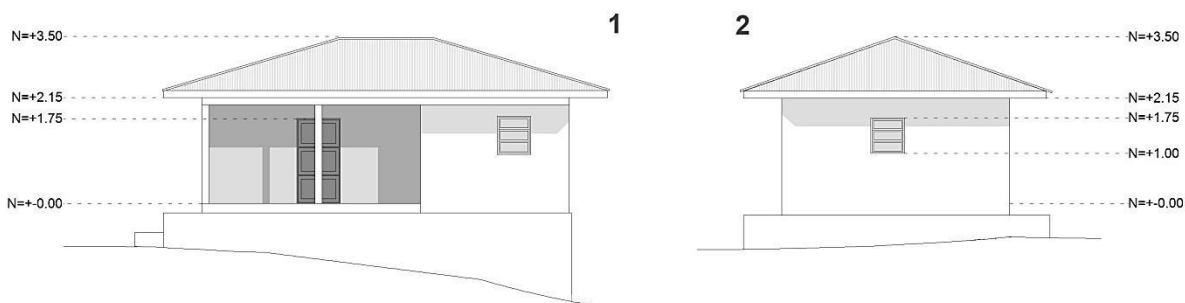


Figura 23. Alzados: 1 Oeste y 2 Norte. Autor: Paúl Rivas Rivas.

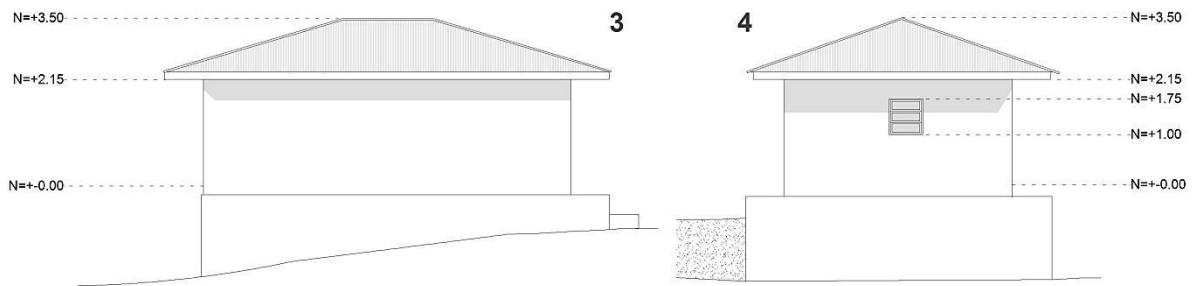


Figura 24. Alzados: 3 Este y 4 Sur. Autor: Paúl Rivas Rivas.



Foto 13. Vista 3D vivienda de bloques de concreto. Autor: Paúl Rivas Rivas.

3.2.2. Vivienda 2:

Construcción en Bahareque

Descripción

- Área de construcción: 36,8m²
- Espacio interior dividido en dos; área de dormitorios de 11.7m², área social (sala, comedor, cocina) de 13.8m²
- Muros de bahareque, tablas de madera entrelazadas, relleno con mezcla de barro con estiércol de vaca, espesor 0.15m
- Puertas de madera de 1.35m de ancho y 2.10 de altura
- Ventanas de tablas de madera de 0.50m de ancho x 0.50m de altura
- Piso de madera de 0.15m



- Cubierta con hojas de madera y teja cerámica a dos aguas con inclinación de 30% y aleros de 0.90m

- ▷ Planta cimentación
- ▽ Planta baja.
- ◁ Planta de cubiertas.

1. Área social
2. Habitación.
3. Portal.

⊖ Sin escala

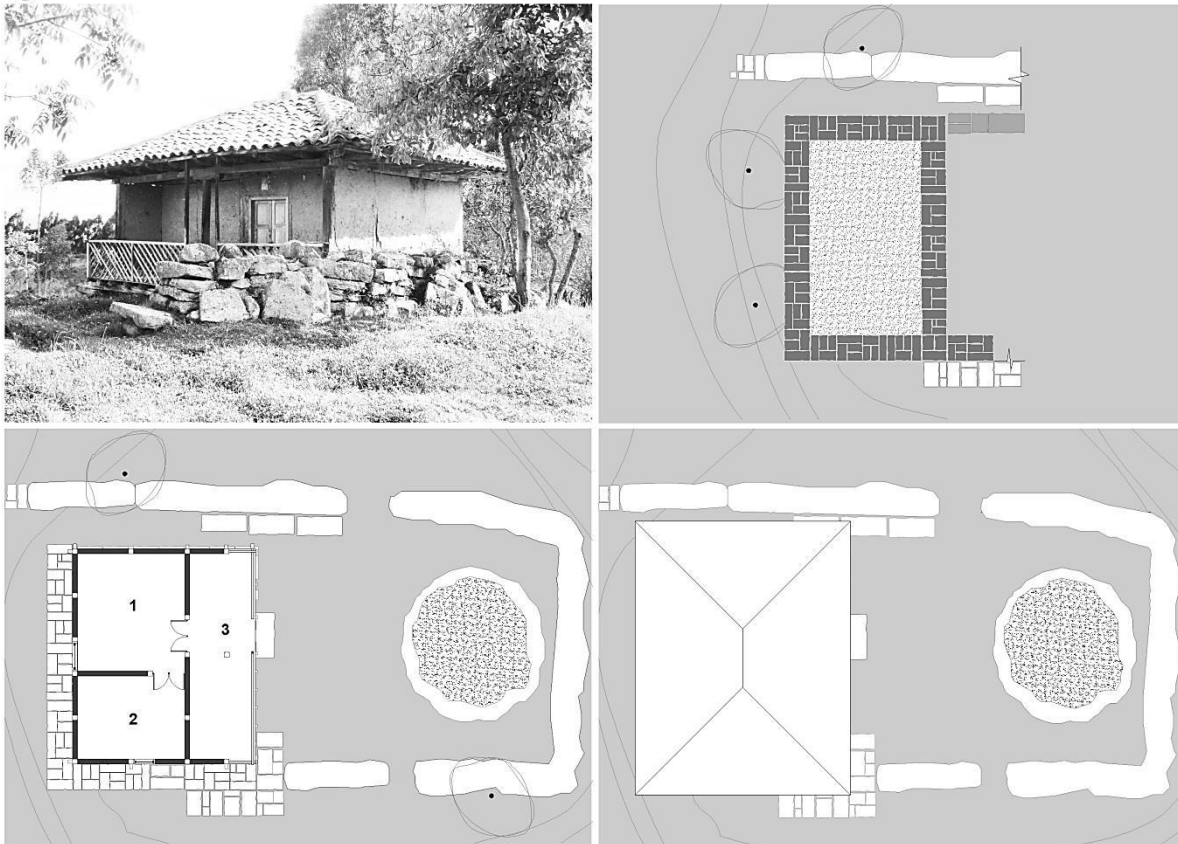


Figura 25. Planta Arquitectónica vivienda de bahareque. Autor: Paúl Rivas Rivas.

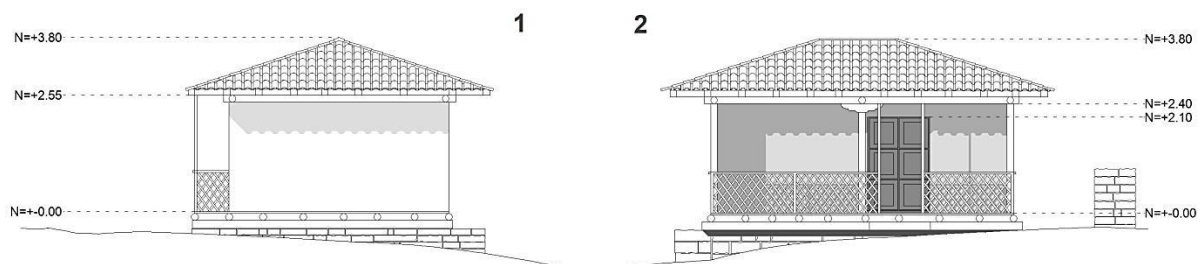


Figura 26. Alzados: 1 Oeste y 2 Norte. Autor: Paúl Rivas Rivas.

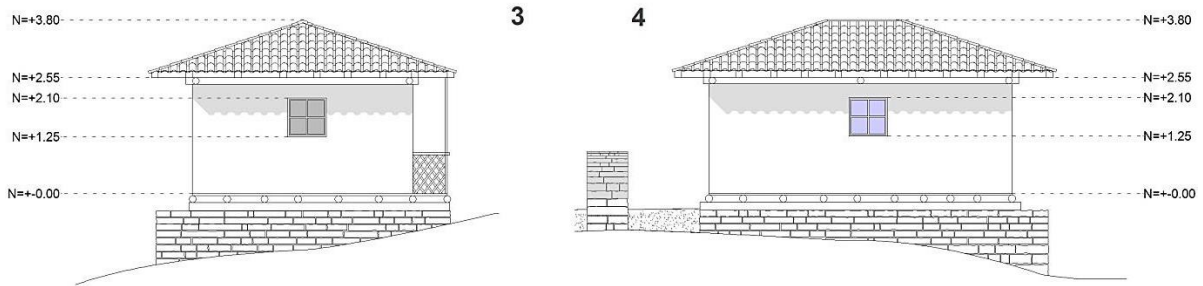


Figura 27. Alzados: 3 Este y 4 Sur. Autor: Paúl Rivas Rivas.



Foto 14. Vista 3D vivienda de bahareque. Autor: Paúl Rivas Rivas.

Construcción en Bloques de Concreto

Descripción

- Área de construcción: 36,8m²
- Espacio interior dividido en dos; área de dormitorios de 11.7m², área social (sala, comedor, cocina) de 13.8m²
- Muros de bloques de concreto 0.15m de espesor y un revoque de mortero cemento de 0.02m de espesor



- Puertas de madera de 1.35m de ancho y 2.10m de altura
- Ventanas de aluminio de 0.50m de ancho x 0.50m de altura
- Piso de cemento pulido de 0.15m
- Cubierta con hojas de fibrocemento a dos aguas con inclinación de 30% y aleros de 0.90m

- ▽ Planta baja.
- ▷ Planta de cubiertas.

1. Área social
2. Habitación.
3. Portal.

⊖ Sin escala

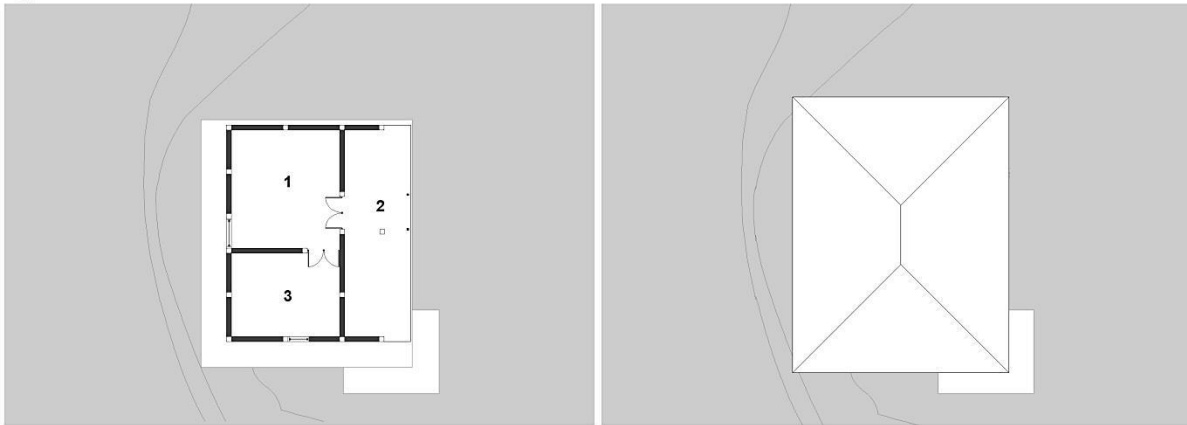


Figura 28. Planta Arquitectónica vivienda de bloques de concreto. Autor: Paúl Rivas Rivas.

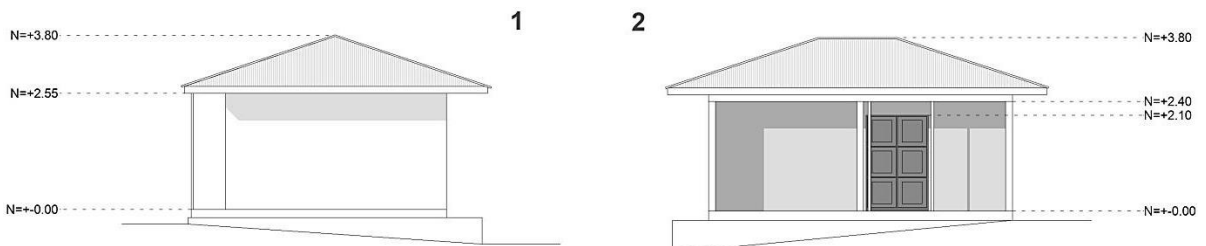


Figura 29. Alzados: 1 Oeste y 2 Norte. Autor: Paúl Rivas Rivas.

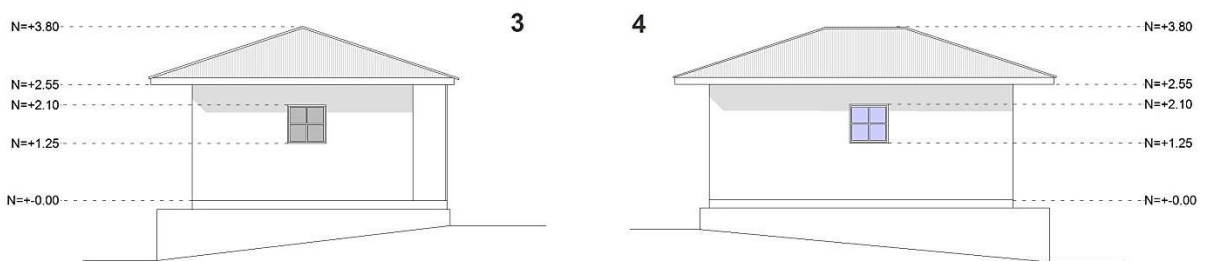


Figura 30. Alzados: 3 Este y 4 Sur. Autor: Paúl Rivas Rivas.



Foto 15. Vista 3D vivienda de bloques de concreto. Autor: Paúl Rivas Rivas.

3.2.3. Vivienda 3:

Construcción en Bahareque

Descripción

- Área de construcción: 26.83m²
- Espacio interior dividido en dos; área de dormitorios de 6.24m², área social (sala, comedor, cocina) de 8.81m²
- Muros de bahareque, tablas de madera entrelazadas, relleno con mezcla de barro con estiércol de vaca, espesor 0.15m
- Puertas de madera de 1m de ancho x 1.75 de altura y 0.9 de ancho x 1.75m de altura
- Ventanas de tablas de madera de 0.50m de ancho x 0.50m de altura
- Piso de madera de 0.15m
- Cubierta con hojas de madera y teja cerámica a dos aguas con inclinación de 30% y aleros de 0.80m



- ▷ Planta cimentación.
- ▽ Planta baja.
- △ Planta cubiertas.

1. Cimentación - Establo.
2. Habitación.
3. Área social.
4. Portal.

⊖ Sin escala

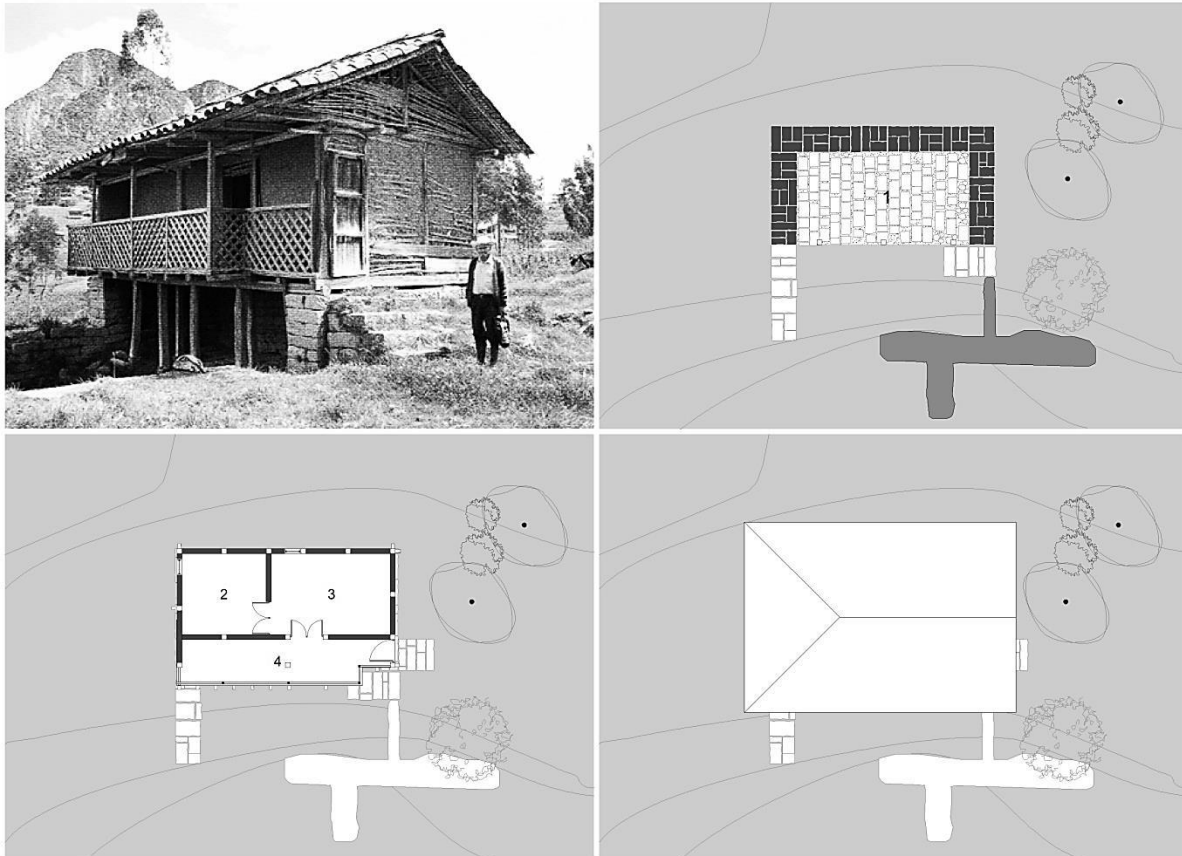


Figura 31. Planta Arquitectónica vivienda de bahareque. Autor: Paúl Rivas Rivas.

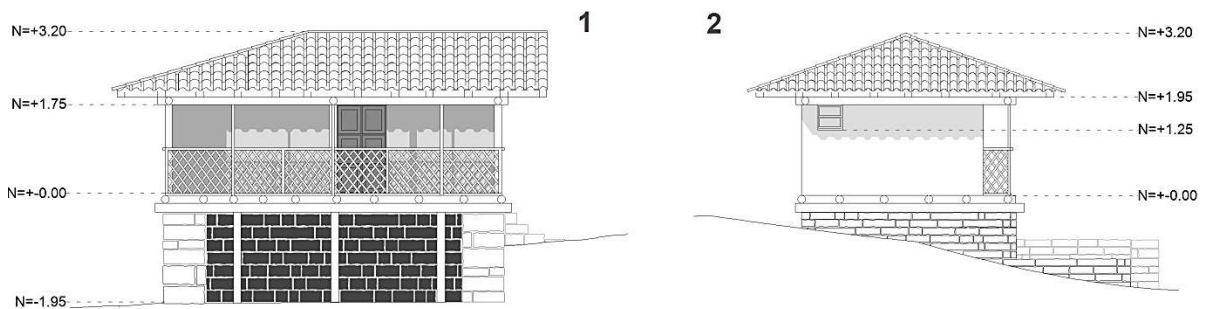


Figura 32. Alzados: 1 Oeste y 2 Sur. Autor: Paúl Rivas Rivas.

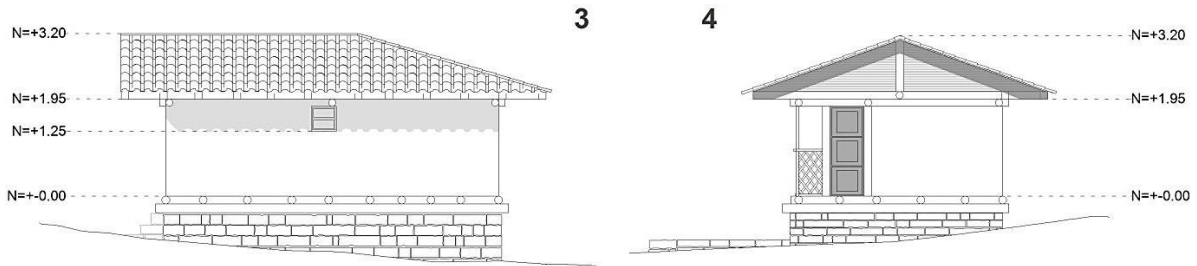


Figura 33. Alzados: 3 Este y 4 Norte. Autor: Paúl Rivas Rivas.



Foto 16. Vista 3D vivienda de bahareque. Autor: Paúl Rivas Rivas.

Construcción en Bloques de Concreto

Descripción

- Área de construcción: 26.83m²
- Espacio interior dividido en dos; área de dormitorios de 6.24m², área social (sala, comedor, cocina) de 8.81m²
- Muros de bloques de concreto 0.15m de espesor y un revoque de mortero cemento de 0.02m de espesor
- Puertas de madera de 1m de ancho x 1.75 de altura y 0.9 de ancho x 1.75m de altura



- Ventanas de aluminio de 0.50m de ancho x 0.50m de altura
- Piso de cemento pulido de 0.15m
- Cubierta con hojas de fibrocemento a dos aguas con inclinación de 30% y aleros de 0.80m

- ▽ Planta baja.
- ▷ Planta cubiertas.

1. Habitación.
2. Área social.
3. Portal.

⊖ Sin escala

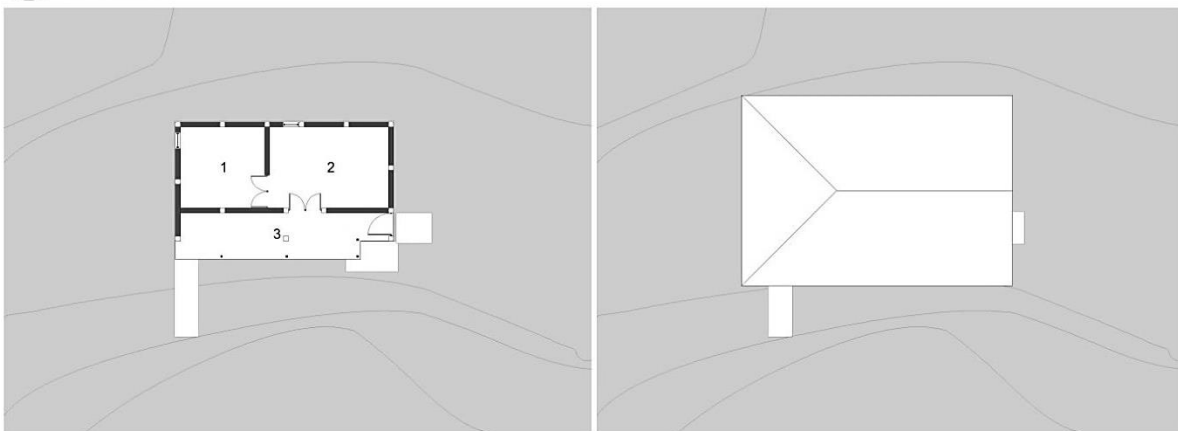


Figura 34. Planta Arquitectónica vivienda de bloques de concreto. Autor: Paúl Rivas Rivas.

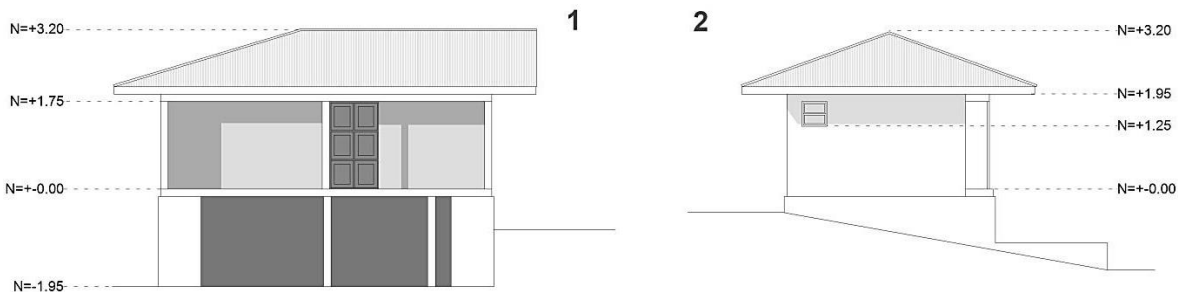


Figura 35. Alzados: 1 Oeste y 2 Sur. Autor: Paúl Rivas Rivas.

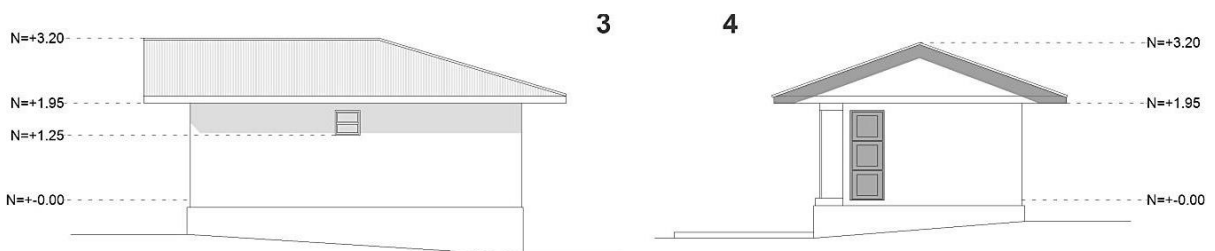


Figura 36. Alzados: 3 Este y 4 Norte. Autor: Paúl Rivas Rivas.



Foto 17. Vista 3D vivienda de bloques de concreto. Autor: Paúl Rivas Rivas.

3.3. Características de los Materiales

3.3.1. Materiales de las Viviendas de Bahareque

En las viviendas de bahareque se utilizaron los siguientes materiales:

MATERIALES	ESPESOR (m)	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/m.K)	DENSIDAD (kg/m ³)	CALOR ESPECÍFICO (J/kg.K)
1. Barro (muros)	0.15	1.5	1200	1670
2. Teja cerámica (cubierta)	0.05	0.76	1650	879
3. Madera pino(puertas, pisos, ventanas)	0.1	0.163	650	1298

Tabla 2. Características de materiales de vivienda de bahareque. Fuente: Tesis de Maestría Confort y comportamiento térmico en cerramientos con materiales naturales, www.miliarium.com y Ecotect.



Foto 18. Materiales utilizados en las viviendas de bahareque. Autor: Paúl Rivas Rivas.

3.3.2. Materiales de las Viviendas de Bloques de Concreto

Para la vivienda de bloques de concreto se utilizaron los siguientes materiales.

MATERIALES	ESPESOR (m)	CONDUCTIVIDA TÉRMICA (W/m.K)	DENSIDAD (kg/m3)	CALOR ESPECÍFICO (J/kg.K)
1. Bloque de concreto (muros)	0.15	1.18	1230	1000
2. Madera pino (puertas, ventanas)	0.05	0.163	650	1298
3. Plancha de fibrocemento (cubierta)	0.02	0.36	1600	360
4. Mortero de hormigón (piso)	0.1	1.3	1900	1000

Tabla 3. Características de materiales de vivienda de bloques de concreto. Fuente: Tesis de Maestría Confort y comportamiento térmico en cerramientos con materiales naturales, www.miliarium.com y Ecotect.



Foto 19. Materiales utilizados en las viviendas de bloques de concreto. Autor: Paúl Rivas Rivas.

3.4. CONCLUSIÓN

Concluimos que el clima de Cojitambo es templado y aunque no posee estaciones definidas como invierno o verano si cuenta con meses de mayor y menor temperatura y la fluctuación de la temperatura exterior es cambiante constantemente, por esto presenta una amplitud térmica diaria considerable en tanto que la anual no es muy significativa, siendo éste un indicador para alcanzar el confort térmico.

Respecto a los materiales que utilizan las viviendas de bahareque, entendemos que cumplen con el objetivo general dentro del área de los materiales que es reducir al máximo la huella ecológica producida por la extracción, producción, uso y desecho de los materiales y productos de la construcción, así como de los procesos asociados a ellos, ya que son obtenidos del lugar en donde están implantadas estas edificaciones, están localmente disponibles y pueden ser regenerados en la medida posible. Materiales como la tierra, madera, piedra, fibras vegetales, etc., son propicios para la bioconstrucción, pues se usa poca o mínima energía en su producción y empleo, otra valoración a tener en cuenta es que son fáciles de cortar y modificar a pie de obra. Por el contrario, materiales como el bloque de concreto, se puede decir que se utilizan procesos para la obtención y transformación de las materias primas empleadas y expresada en su contribución al impacto medioambiental.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS TÉRMICO EN ECOTECT

Para la realización de los cálculos de confort térmico de las viviendas se utiliza el Software de diseño sustentable Ecotect, que es considerado óptimo para este tipo de análisis.(García & Alvarado, 2012). El programa permite determinar la temperatura interior de los espacios de la vivienda, se basa en datos meteorológicos propios de la ciudad como son: temperatura del aire, humedad relativa, radiación, nubosidad, dirección y velocidad del viento, altitud, latitud y longitud. A su vez fue necesario especificar las propiedades térmicas de todos los materiales que componen los espacios de las viviendas de bahareque y bloques de concreto además se requirió la apropiada definición de las zonas térmicas de las edificaciones.

De esta manera se realiza el análisis de las zonas térmicas considerando las fechas más representativas como son los solsticios de invierno y verano y los equinoccios(Cordero & Guillén, 2013).

Para dicho análisis se sabe que el rango de confort para las edificaciones en el Ecuador se encuentra entre los 18° y 26°.

La investigación determina dos evaluaciones, la primera es el perfil de temperatura por hora de las viviendas, que nos permite conocer la temperatura interior en un periodo de 24 horas, conocer su ubicación en la banda de confort térmico (se muestran en color blanco en las gráficas) y relacionar su fluctuación de valores con factores del clima. La segunda plantea la distribución de temperatura anual, para comparar el porcentaje y horas de confort en el año de las construcciones.

4.1. CÁLCULOS EN LA VIVIENDA 1

4.1.1. Gráficas del Movimiento Solar Sobre las Viviendas

Equinoccio del 21 de Marzo

Recorrido solar 09h00 – 17h00

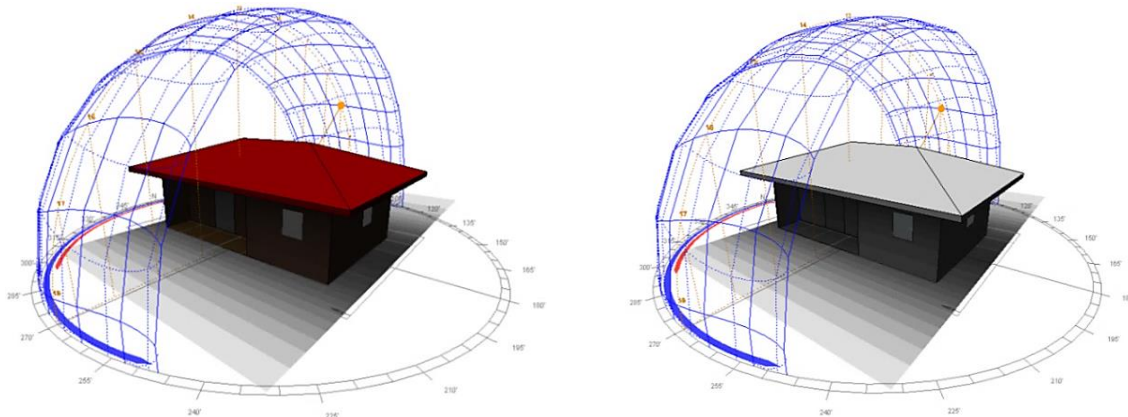


Figura 37. Movimiento solar de la vivienda 1 (bahareque y bloques de concreto). Fuente: Ecotect.

Equinoccio del 21 de Septiembre
Recorrido solar 09h00 – 17h00

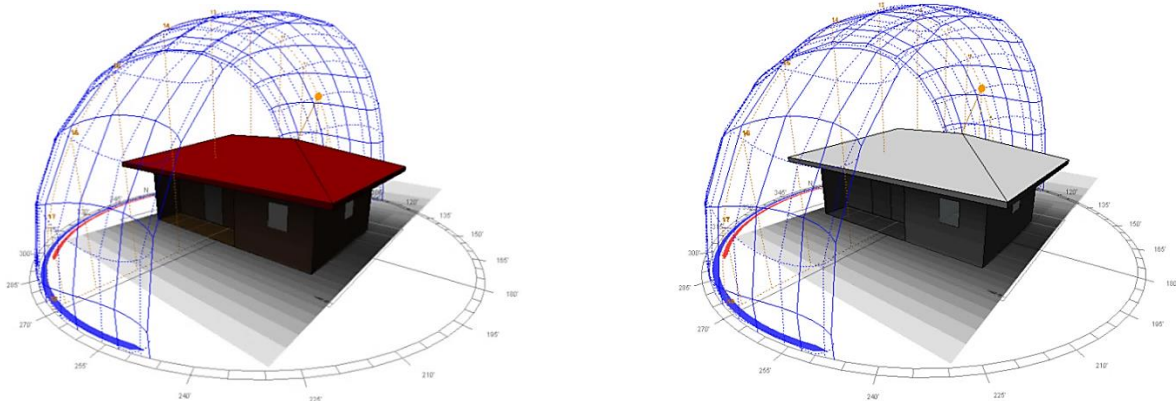


Figura 38. Movimiento solar de la vivienda 1 (bahareque y bloques de concreto). Fuente: Ecotect.

Solsticio del 21 de Junio
Recorrido solar 09h00 – 17h00

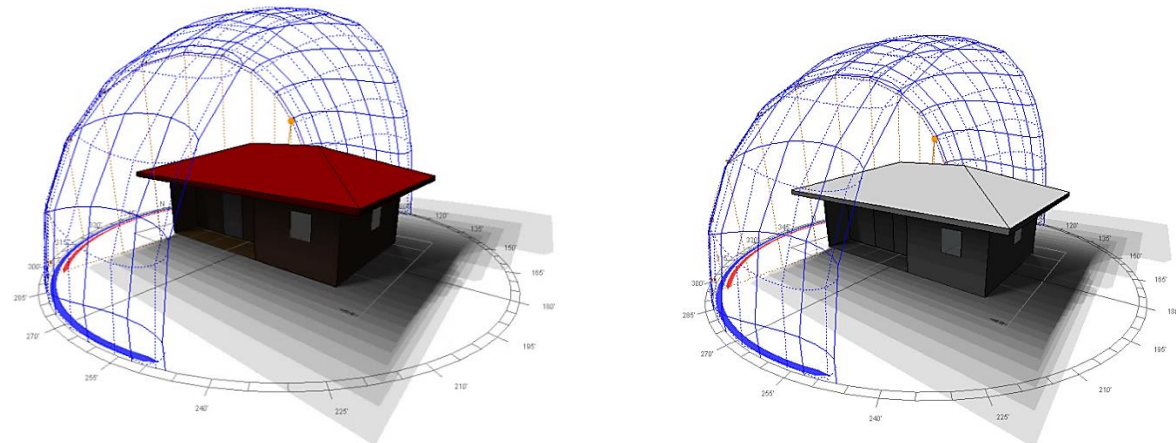


Figura 39. Movimiento solar de la vivienda 1 (bahareque y bloques de concreto). Fuente: Ecotect.

Solsticio del 21 de Diciembre
Recorrido solar 09h00 – 17h00

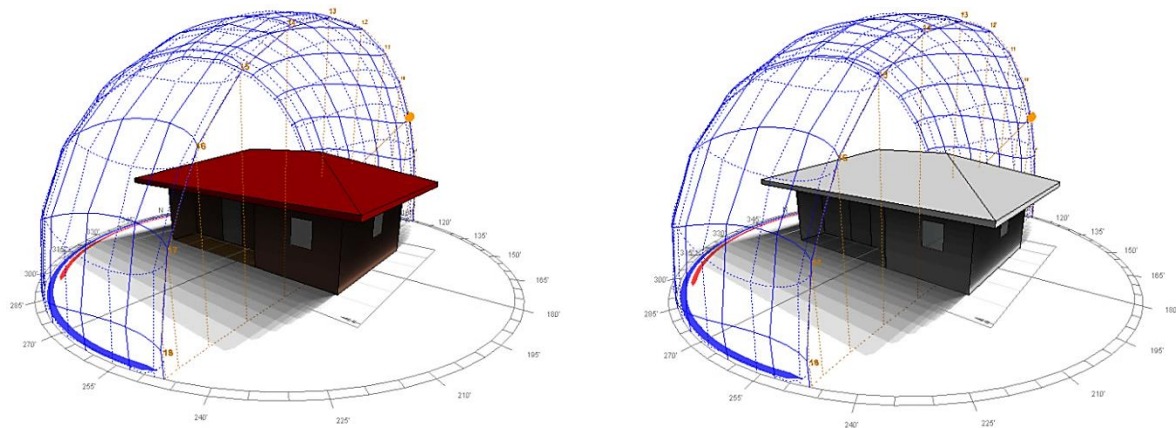


Figura 40. Movimiento solar de la vivienda 1 (bahareque y bloques de concreto). Fuente: Ecotect.

4.1.2. Definición de Zonas Térmicas

La vivienda 1 consta de dos zonas térmicas que influyen en el análisis térmico, estas son:

- **ZT1. HABITACIÓN** ———
- **ZT2. ÁREA SOCIAL** ———

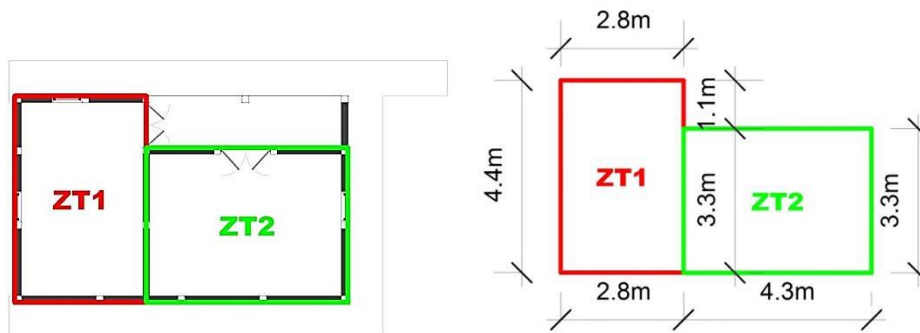


Figura 41. Definición y medidas de las zonas térmicas de la vivienda 1 (bahareque y bloques de concreto). Autor: Paúl Rivas Rivas.

4.1.3. Perfil de Temperatura por Hora

Las siguientes gráficas (figuras 42, 43, 44 y 45), muestran que la temperatura en las viviendas desciende desde las 00h00 hasta las 10h00, que es en donde la fluctuación empieza a elevarse, principalmente en los días de los equinoccios que muestran un salto mayor, esto ocurre en ambas casos (construcciones de bahareque y bloques de concreto), sin embargo las viviendas con muros naturales están por más tiempo en el rango de confort.

Equinoccio del 21 de Marzo

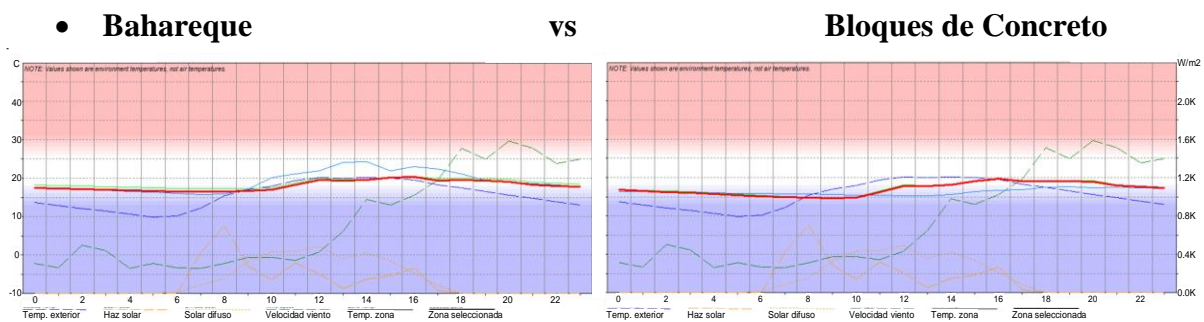


Figura 42. Perfil de temperatura por hora de la vivienda 1, en el 21 de Marzo. Fuente: Ecotect.

Equinoccio del 21 de Septiembre



• Bahareque vs Bloques de Concreto

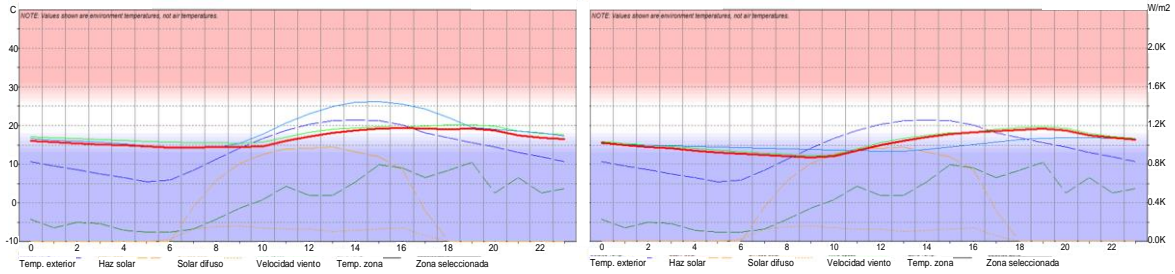


Figura 43. Perfil de temperatura por hora de la vivienda 1, en el 21 de Septiembre. Fuente: Ecotect.

Solsticio del 21 de Junio

• Bahareque vs Bloques de Concreto

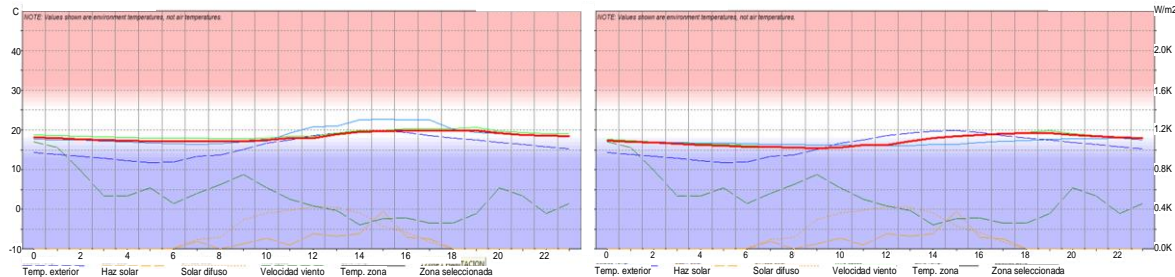


Figura 44. Perfil de temperatura por hora de la vivienda 1, en el 21 de Junio. Fuente: Ecotect.

Solsticio del 21 de Diciembre

• Bahareque vs Bloques de Concreto

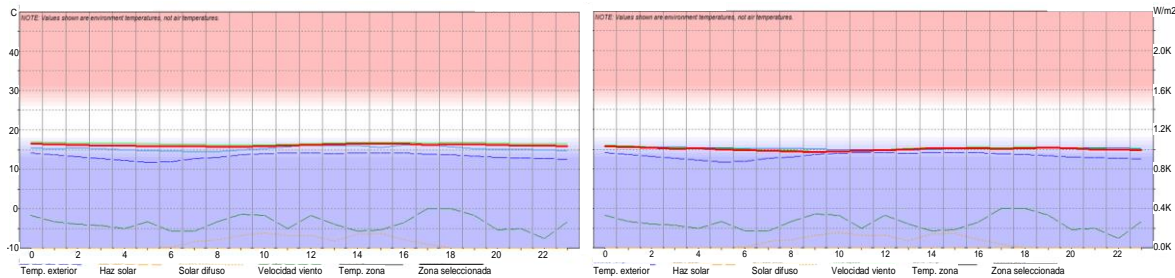


Figura 45. Perfil de temperatura por hora de la vivienda 1, en el 21 de Diciembre. Fuente: Ecotect.

4.1.4. Distribución de Temperatura Anual

La importancia de la evaluación de distribución de temperatura radica en que muestra el porcentaje y número de horas en las cuales las construcciones se encuentran en la franja de confort durante el año. La figura 47 nos dice que en este primer caso el porcentaje es mayor en la vivienda de bahareque con respecto a la de bloques de concreto.

• Bahareque vs Bloques de Concreto

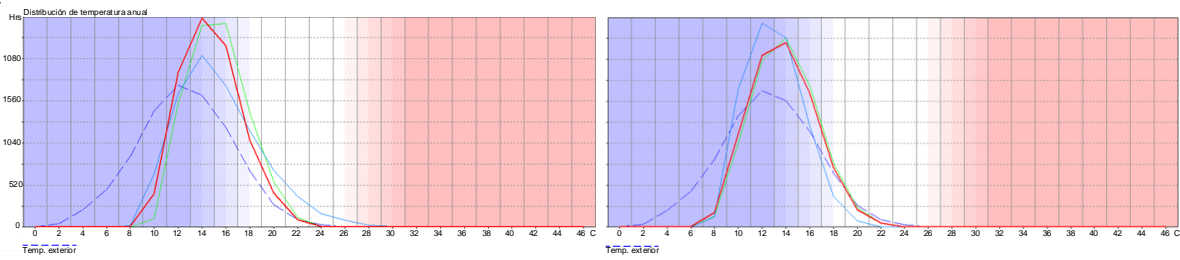


Figura 46. Gráfica de distribución de temperatura anual de la vivienda 1 (bahareque y bloques de concreto).
 Fuente: Ecotect.

Zona 1. Confort 18,3% (1602 hrs).	Zona 1. Confort 11,9% (1045 hrs).
Zona 2. Confort 24,1% (2114 hrs).	Zona 2. Confort 12,9% (1132 hrs).

Figura 47. Porcentaje y horas de confort anuales de la vivienda 1. Fuente: Ecotect.

4.2. CÁLCULOS EN LA VIVIENDA 2

4.2.1. Gráficas del Movimiento Solar Sobre las Viviendas

Equinoccio del 21 de Marzo
 Recorrido solar 09h00 – 17h00

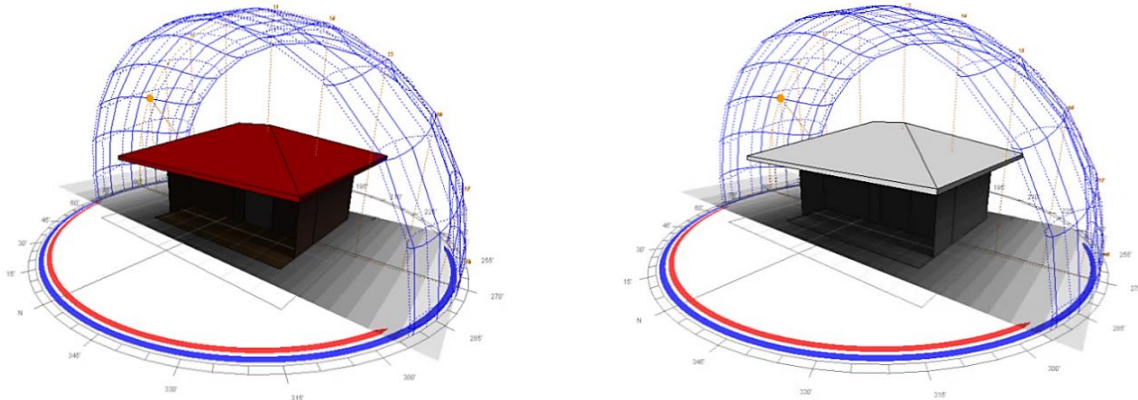


Figura 48. Movimiento solar de la vivienda 2 (bahareque y bloques de concreto). Fuente: Ecotect.

Equinoccio del 21 de Septiembre
 Recorrido solar 09h00 – 17h00

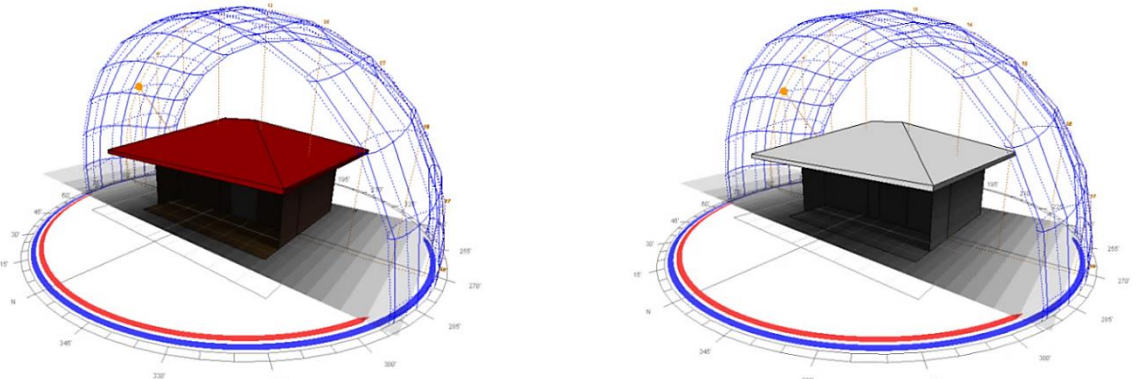


Figura 49. Movimiento solar de la vivienda 2 (bahareque y bloques de concreto). Fuente: Ecotect.

Solsticio del 21 de Junio

Recorrido solar 09h00 – 17h00

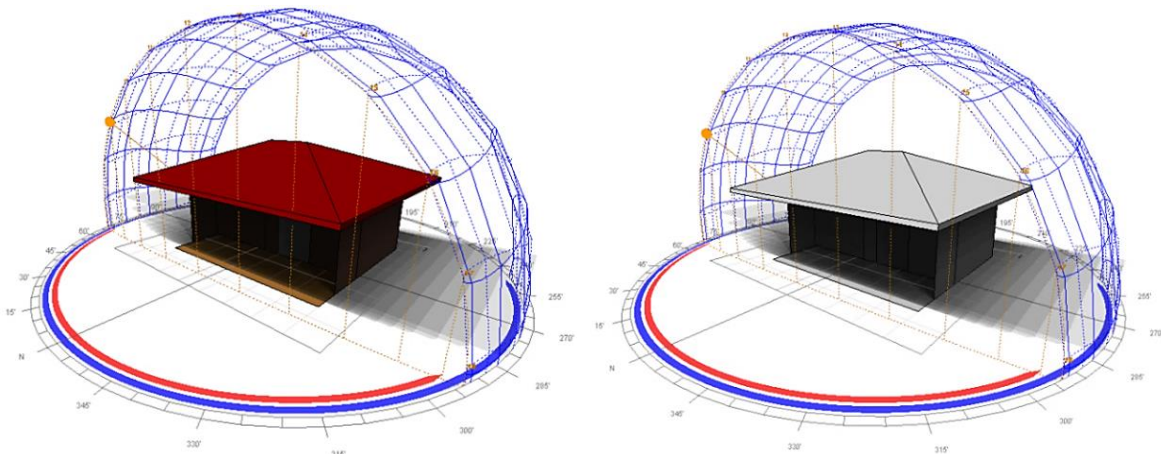


Figura 50. Movimiento solar de la vivienda 2 (bahareque y bloques de concreto). Fuente: Ecotect.

Solsticio del 21 de Diciembre

Recorrido solar 09h00 – 17h00

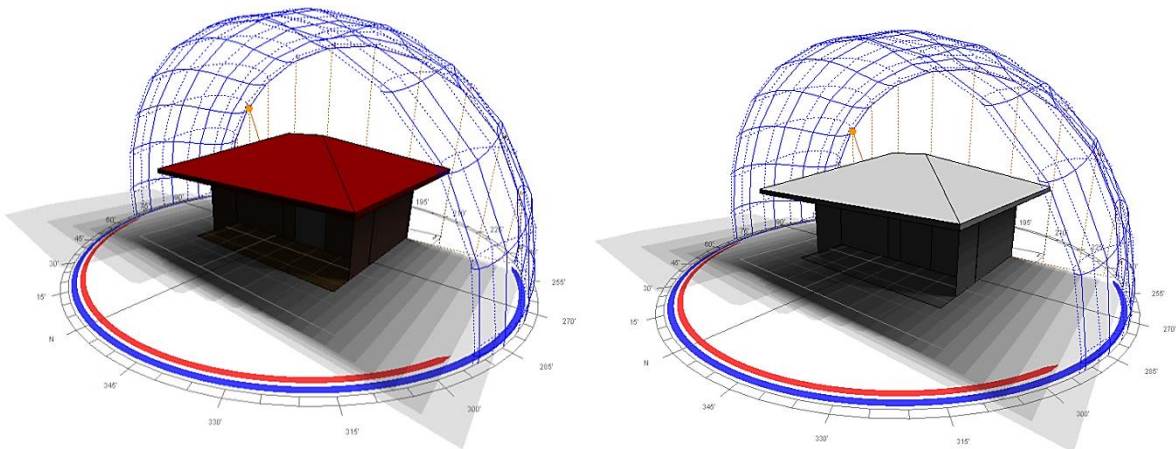


Figura 51. Movimiento solar de la vivienda 2 (bahareque y bloques de concreto). Fuente: Ecotect.

4.2.2. Definición de Zonas Térmicas

La vivienda 2 consta de dos zonas térmicas que influyen en el análisis térmico, estas son:

- **ZT1. ÁREA SOCIAL** ———
- **ZT2. HABITACIÓN** ———

Sin escala

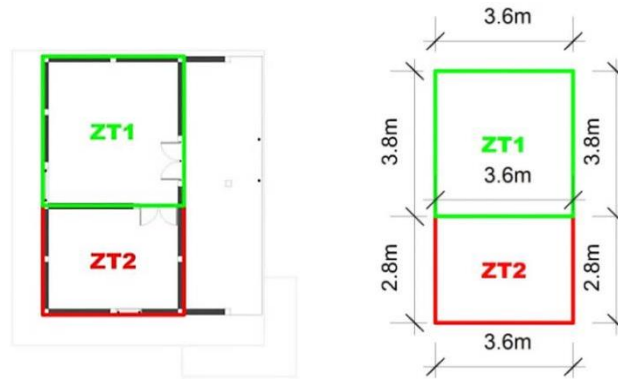


Figura 52. Definición y medidas de las zonas térmicas de la vivienda 2 (bahareque y bloques de concreto). Autor: Paúl Rivas Rivas.

4.2.3. Perfil de Temperatura por Hora

En las siguientes gráficas (figuras 53, 54, 55 y 56), se observa nuevamente que la temperatura desciende en la noche, desde las 00h00 hasta las 10h00, que es donde la fluctuación empieza a elevarse pero a diferencia que el caso anterior la temperatura se mantiene más constante en las dos viviendas (bahareque y bloques de concreto). La construcción de bahareque se mantiene por más tiempo en la franja de confort térmico.

Equinoccio del 21 de Marzo

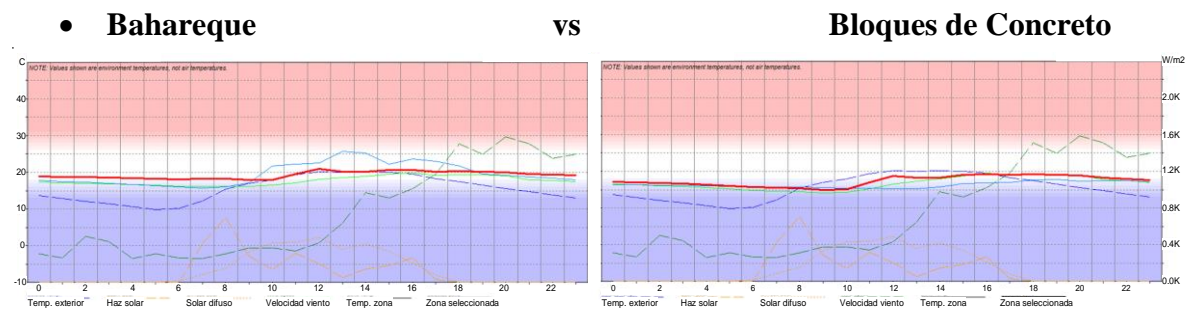


Figura 53. Perfil de temperatura por hora de la vivienda 2, en el 21 de Marzo. Fuente: Ecotect.

Equinoccio del 21 de Septiembre

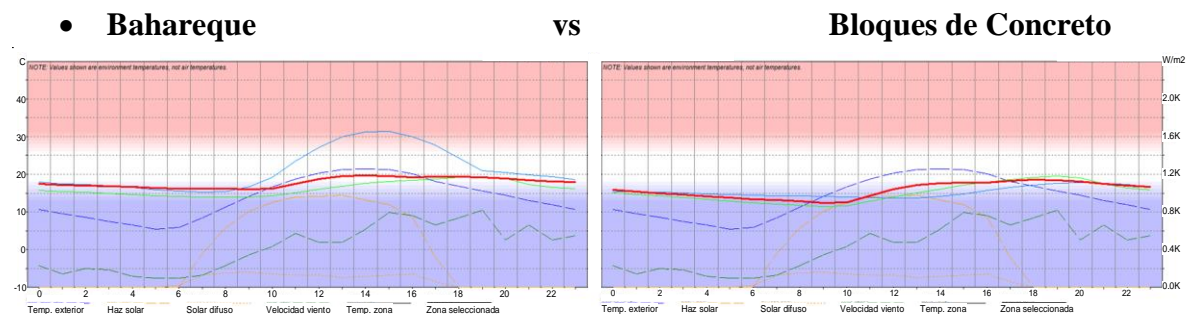


Figura 54. Perfil de temperatura por hora de la vivienda 2, en el 21 de Septiembre. Fuente: Ecotect.



Solsticio del 21 de Junio

• Bahareque vs Bloques de Concreto

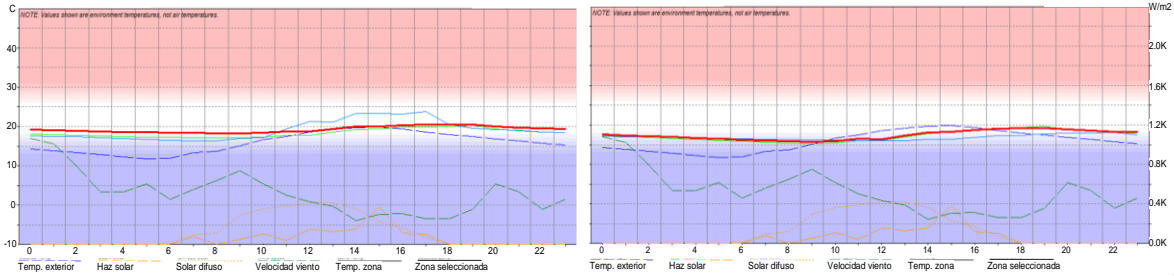


Figura 55. Perfil de temperatura por hora de la vivienda 2, en el 21 de Junio. Fuente: Ecotect.

Solsticio del 21 de Diciembre

• Bahareque vs Bloques de Concreto

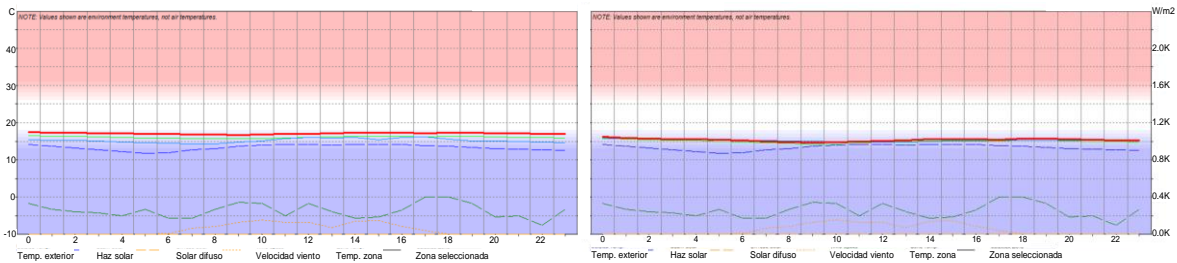


Figura 56. Perfil de temperatura por hora de la vivienda 2, en el 21 de Diciembre. Fuente: Ecotect.

4.2.4. Distribución de Temperatura Anual

Como en el caso anterior, según la figura 58 el porcentaje y número de horas en las cuales las construcciones se encuentran en la franja de confort favorece a la vivienda de bahareque y la diferencia entre las viviendas es mayor que el caso anterior.

• Bahareque vs Bloques de Concreto

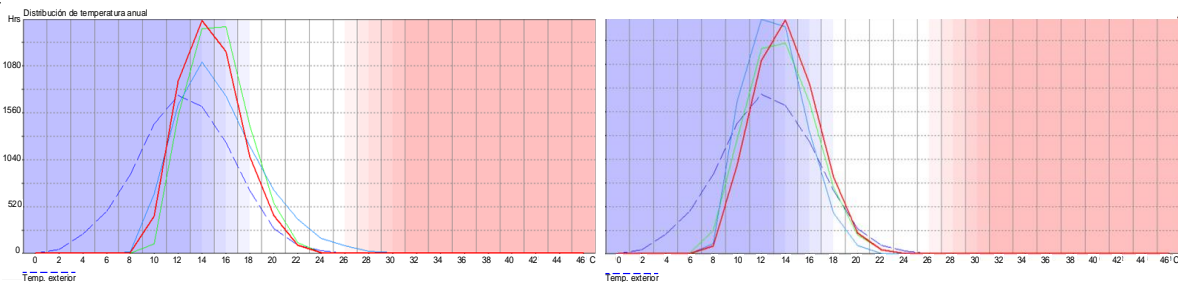


Figura 57. Gráfica de distribución de temperatura anual de la vivienda 2 (bahareque y bloques de concreto). Fuente: Ecotect.

Zona 1. Confort 16,1% (1407 hrs).	Zona 1. Confort 11,3% (993 hrs).
Zona 2. Confort 29,3% (2567 hrs).	Zona 2. Confort 12,8% (1123 hrs).

Figura 58. Porcentaje y horas de confort anuales de la vivienda 2. Fuente: Ecotect..

4.3. CÁLCULOS EN LA VIVIENDA 3

4.3.1. Gráficas del Movimiento Solar Sobre las Viviendas

Equinoccio del 21 de Marzo

Recorrido solar 09h00 – 17h00

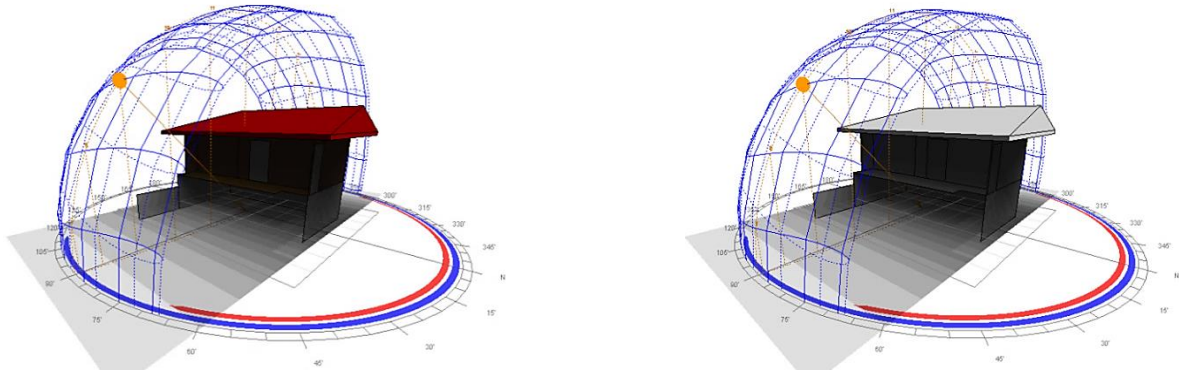


Figura 59. Movimiento solar de la vivienda 3 (bahareque y bloques de concreto). Fuente: Ecotect.

Equinoccio del 21 de Septiembre

Recorrido solar 09h00 – 17h00

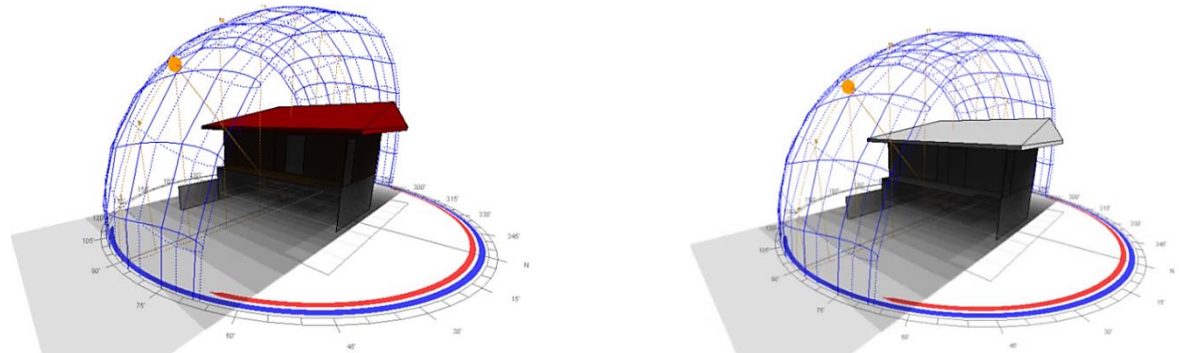


Figura 60. Movimiento solar de la vivienda 3 (bahareque y bloques de concreto). Fuente: Ecotect.

Solsticio del 21 de Junio

Recorrido solar 09h00 – 17h00

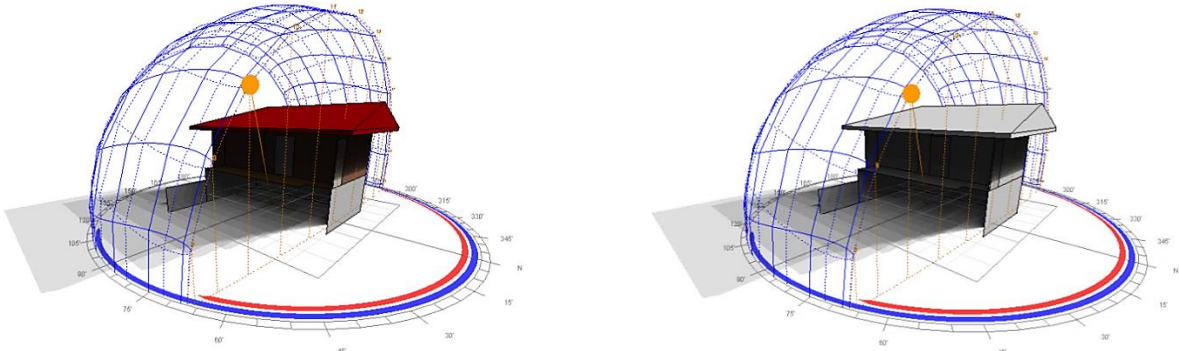


Figura 61. Movimiento solar de la vivienda 3 (bahareque y bloques de concreto). Fuente: Ecotect.

Solsticio del 21 de Diciembre

Recorrido solar 09h00 – 17h00

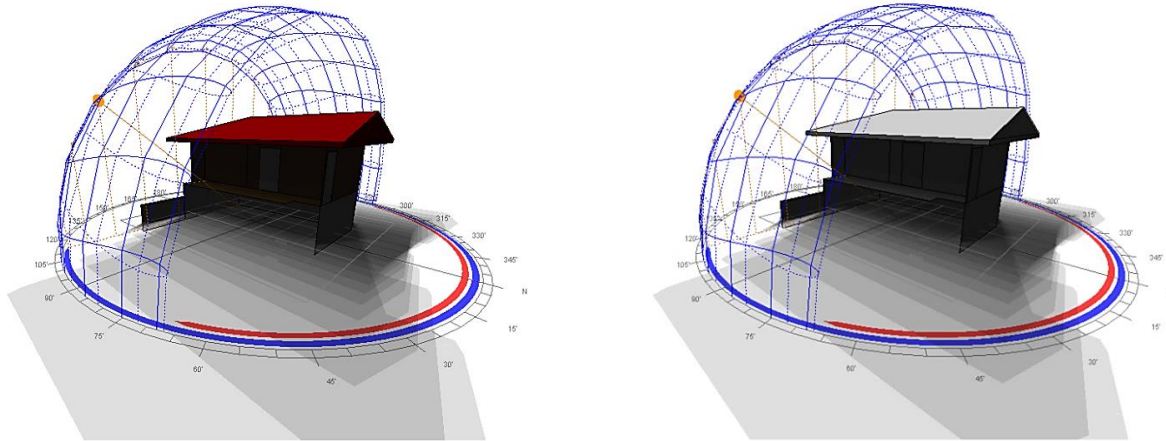


Figura 62. Movimiento solar de la vivienda 3 (bahareque y bloques de concreto). Fuente: Ecotect.

4.3.2. Definición de Zonas Térmica

La vivienda 3 consta de dos zonas térmicas que influyen en el análisis térmico, estas son:

- **ZT1. HABITACIÓN** ———
- **ZT2. ÁREA SOCIAL** ———



Sin escala

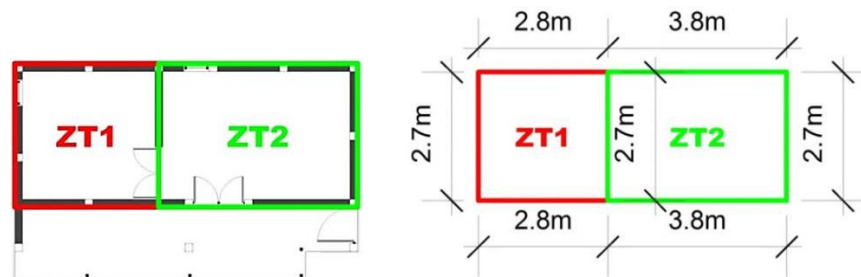


Figura 63. Definición y medidas de las zonas térmicas de la vivienda 3 (bahareque y bloques de concreto). Autor: Paúl Rivas Rivas.

4.3.3. Perfil de Temperatura por Hora

Las figuras 64, 65, 66 y 67, confirman que la temperatura desciende en la noche desde las 00h00 hasta las 10h00, a partir de aquí la fluctuación empieza a elevarse y como en el primer caso hay un salto más fuerte en los equinoccios. En este tercer caso de estudio las



viviendas vernáculas nuevamente se mantienen por más tiempo en confort, demostrando la superioridad térmica de este sistema constructivo frente al bloque de concreto.

Equinoccio del 21 de Marzo

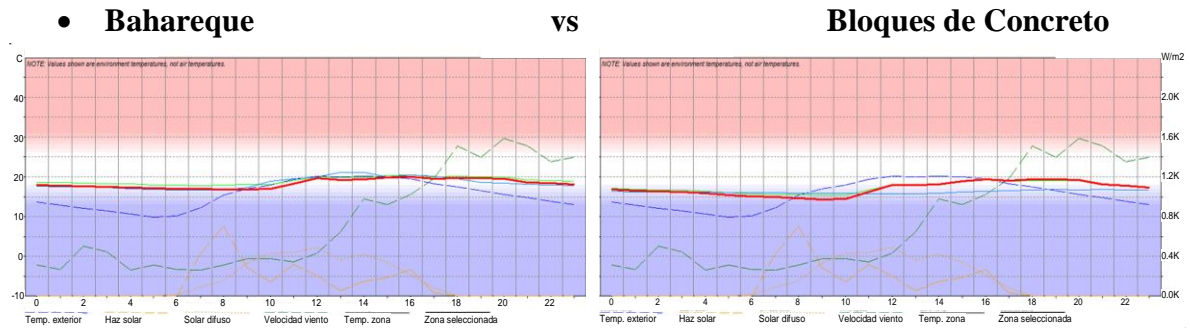


Figura 64. Perfil de temperatura por hora de la vivienda 3, en el 21 de Marzo. Fuente: Ecotect.

Equinoccio del 21 de Septiembre

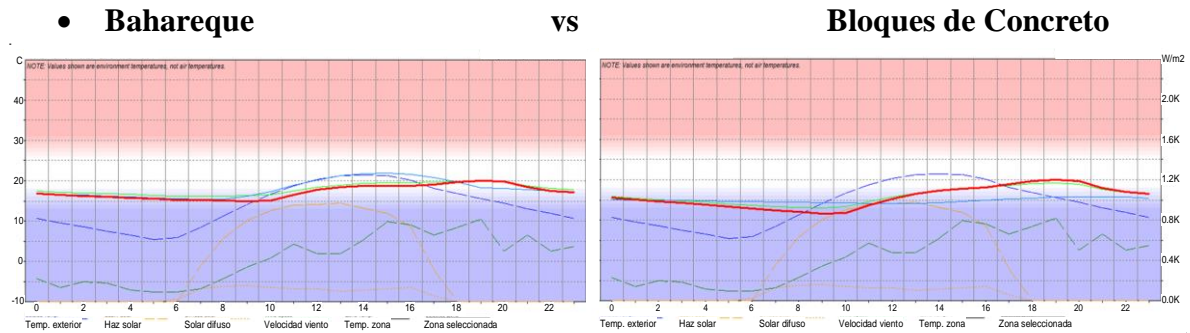


Figura 65. Perfil de temperatura por hora de la vivienda 3, en el 21 de Septiembre. Fuente: Ecotect.

Solsticio del 21 de Junio

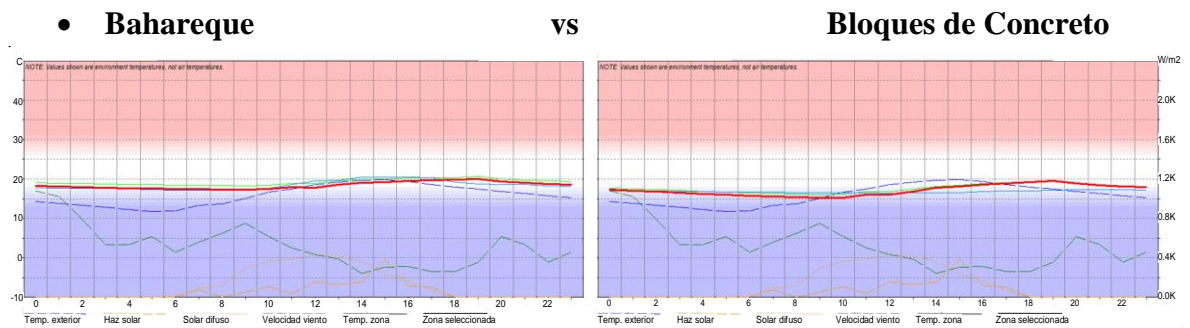


Figura 66. Perfil de temperatura por hora de la vivienda 3, en el 21 de Junio. Fuente: Ecotect.

Solsticio del 21 de Diciembre

• Bahareque vs Bloques de Concreto

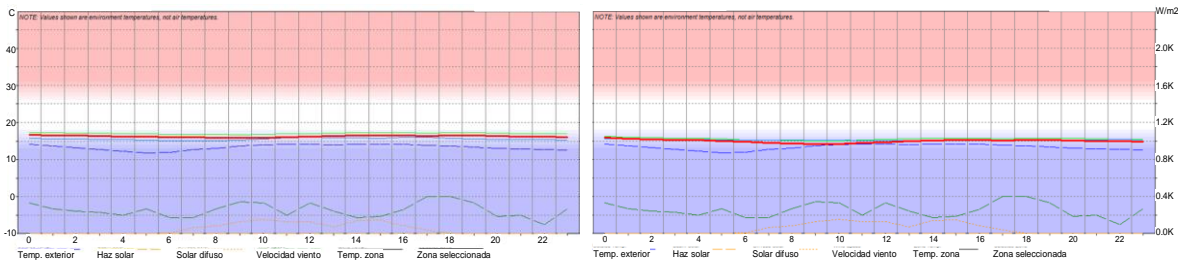


Figura 67. Perfil de temperatura por hora de la vivienda 3, en el 21 de Diciembre. Fuente: Ecotect.

4.3.4. Distribución de Temperatura Anual

La figura 69 nos confirma que al igual que los dos casos anteriores el porcentaje y número de horas en las cuales las edificaciones están en la franja de confort es mayor a favor de la construcción en bahareque. Esto significa un mayor confort para el usuario en una vivienda de este tipo si la comparamos con las de bloques de concreto.

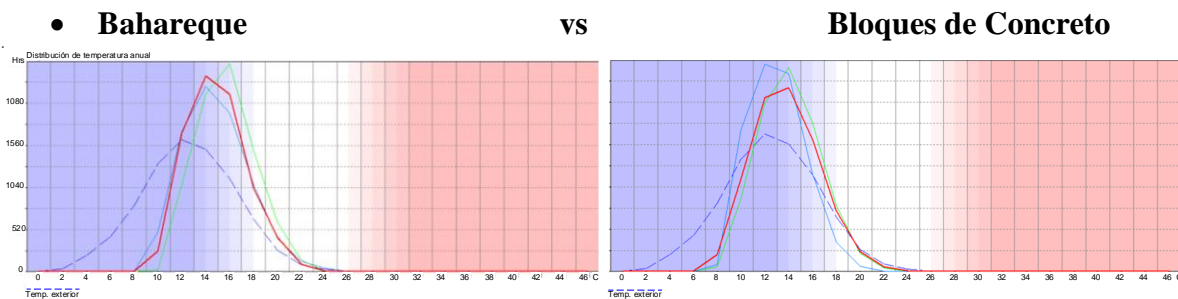


Figura 68. Gráfica de distribución de temperatura anual de la vivienda 3 (bahareque y bloques de concreto). Fuente: Ecotect.

Zona 1. Confort 19,2% (1680 hrs).	Zona 1. Confort 12,5% (1091 hrs).
Zona 2. Confort 27,8% (2439 hrs).	Zona 2. Confort 12,8% (1120 hrs).

Figura 69. Porcentaje y horas de confort anuales de la vivienda 3. Fuente: Ecotect.

4.4. ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Las gráficas anteriores nos dicen a simple vista que las viviendas de bahareque presentan un mejor desempeño frente a las de bloque de concreto, en la mayoría de los casos se ve una subida de la temperatura a partir de las 10 a.m. y esta es mayor en las construcciones de bahareque.

Para entender claramente los resultados obtenidos con el programa Ecotect, las siguientes gráficas (figuras 70, 71, 72 y 72) comparan los promedios diarios de las temperaturas por hora de los solsticios de invierno y verano y los equinoccios de las viviendas de bahareque con las de bloque de concreto, además de hacer una comparación del porcentaje de confort de cada vivienda. Los datos utilizados para las gráficas de los promedios del perfil de temperatura por hora de los equinoccios y solsticios pueden verse en el Anexo 2.

4.4.1. Resultado del Perfil de Temperatura por Hora del 21 de Marzo

- Zona de Confort 18°C - 26°C
- Vivienda Bahareque
- Vivienda Bloques Cemento
- Zona. Habitación
- Zona. Área Social

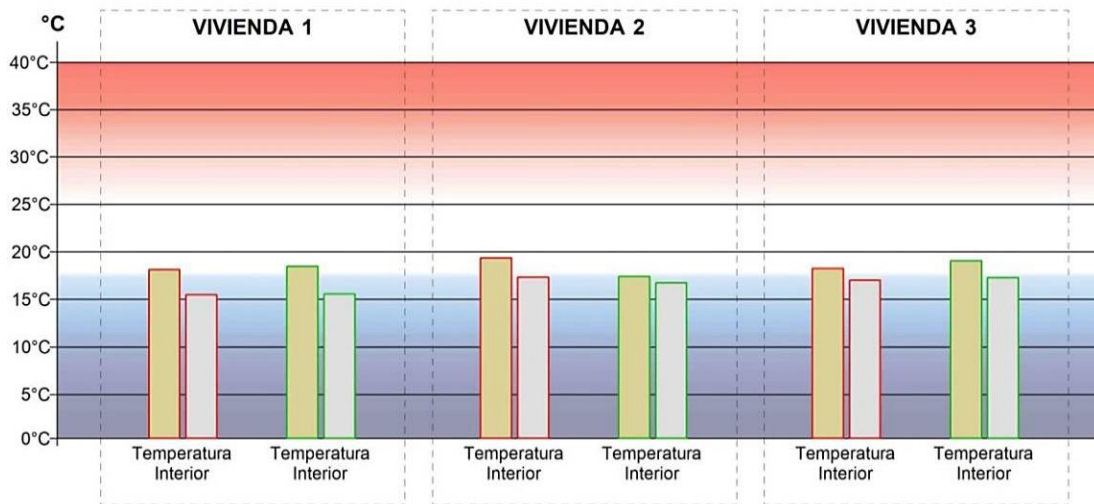


Figura 70. Gráfica comparativa promedio del perfil de temperatura de las 3 viviendas (bahareque vs bloques de concreto) en el día del Equinoccio del 21 de Marzo. Autor: Paúl Rivas Rivas.

Vivienda 1.

Bahareque

Zona 1 - 18.08°C

Zona 2 – 18.66°C

Bloques de concreto

Zona 1 - 15.46°C

Zona 2 – 15.53°C

Vivienda 2.

Bahareque

Zona 1 - 19.48°C

Zona 2 – 17.37°C

Bloques de concreto

Zona 1 - 17.39°C

Zona 2 – 16.75°C

Vivienda 3.

Bahareque

Zona 1 - 18.3°C

Zona 2 – 19.03°C

Bloques de concreto

Zona 1 - 17.05°C

Zona 2 – 17.04°C

4.4.2. Resultado del Perfil de Temperatura por Hora del 21 de Septiembre

- Zona de Confort 18°C - 26°C
- Vivienda Bahareque
- Vivienda Bloques Cemento
- Zona. Habitación
- Zona. Área Social

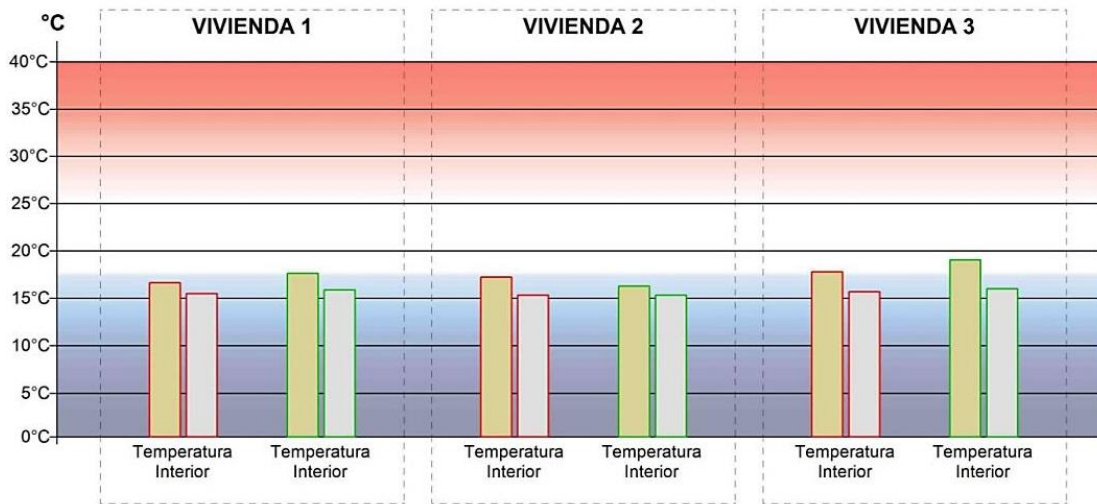


Figura 71. Gráfica comparativa promedio del perfil de temperatura de las 3 viviendas (bahareque vs bloques de concreto) en el día del Equinoccio del 21 de Septiembre. Autor: Paúl Rivas Rivas.

Vivienda 1.

Bahareque

Zona 1 - 16.66°C

Zona 2 – 17.65°C

Bloques de concreto

Zona 1 - 15.44°C

Zona 2 – 15.88°C

Vivienda 2.

Bahareque

Zona 1 - 16.19°C

Zona 2 – 16.39°C

Bloques de concreto

Zona 1 - 14.39°C

Zona 2 – 15.28°C

Vivienda 3.

Bahareque

Zona 1 - 17.21°C

Zona 2 – 17.90°C

Bloques de concreto

Zona 1 - 15.66°C

Zona 2 – 15.97°C

4.4.3. Resultado del Perfil de Temperatura por Hora del 21 de Junio

- Zona de Confort 18°C - 26°C
- Vivienda Bahareque
- Vivienda Bloques Cemento
- Zona. Habitación
- Zona. Área Social

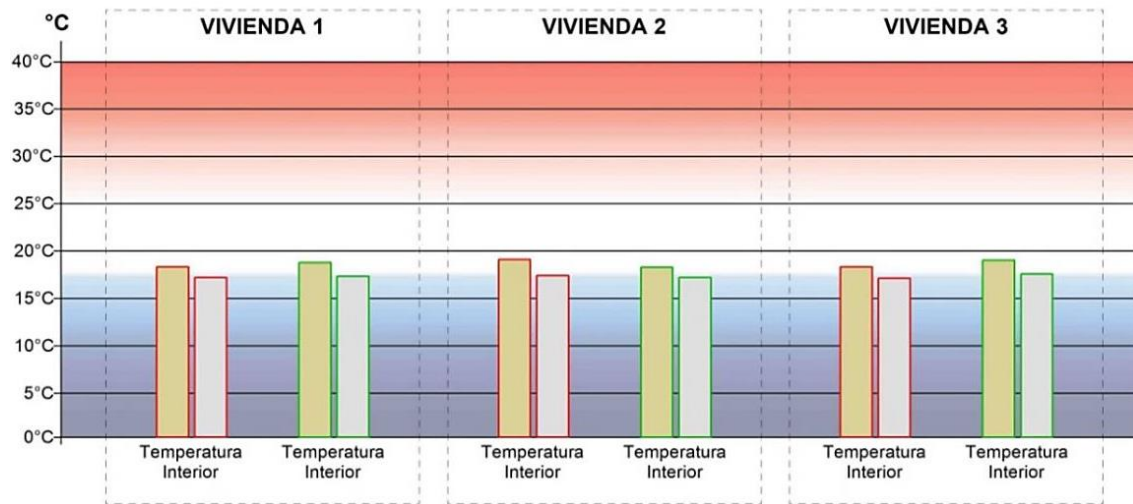


Figura 72. Gráfica comparativa promedio del perfil de temperatura de las 3 viviendas (bahareque vs bloques de concreto) en el día del Solsticio del 21 de Junio. Autor: Paúl Rivas Rivas.

Vivienda 1.

Bahareque

Zona 1 - 18.33°C

Zona 2 – 18.9°C

Bloques de concreto

Zona 1 - 17.22°C

Zona 2 – 17.44°C

Vivienda 2.

Bahareque

Zona 1 - 19.23°C

Zona 2 – 18.36°C

Bloques de concreto

Zona 1 - 17.45°C

Zona 2 – 17.22°C

Vivienda 3.

Bahareque

Zona 1 - 18.4°C

Zona 2 – 19.25°C

Bloques de concreto

Zona 1 - 17.15°C

Zona 2 – 17.61°C

4.4.4. Resultado del Perfil de Temperatura por Hora del 21 de Diciembre

- Zona de Confort 18°C - 26°C
- Vivienda Bahareque
- Vivienda Bloques Cemento
- Zona. Habitación
- Zona. Área Social

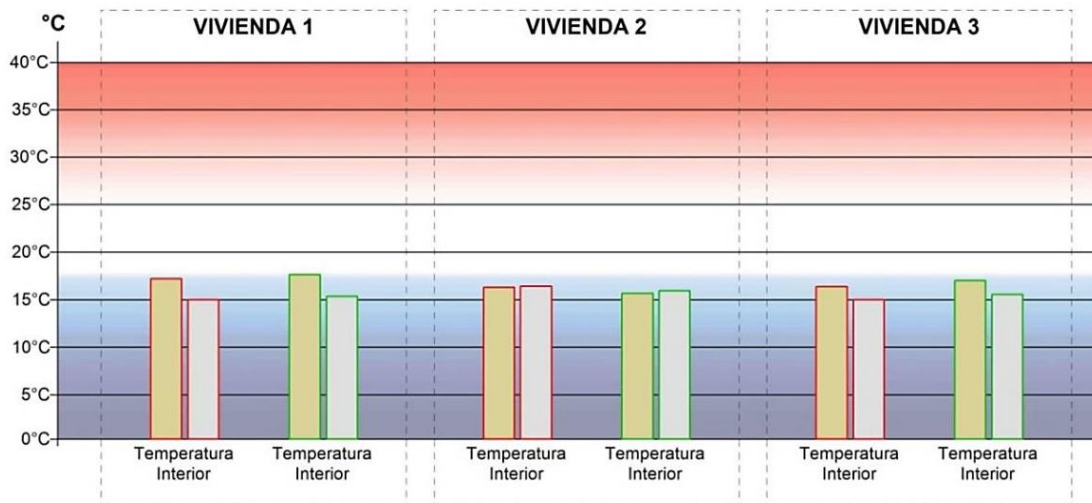


Figura 73. Gráfica comparativa promedio del perfil de temperatura de las 3 viviendas (bahareque vs bloques de concreto) en el día del Solsticio del 21 de Diciembre. Autor: Paúl Rivas Rivas.

Vivienda 1.

Bahareque

Zona 1 - 16.12°C

Zona 2 – 16.61°C

Bloques de concreto

Zona 1 - 15.02°C

Zona 2 – 15.25°C

Vivienda 2.

Bahareque

Zona 1 - 15.25°C

Zona 2 – 14.56°C

Bloques de concreto

Zona 1 - 15.37°C

Zona 2 – 14.97°C

Vivienda 3.

Bahareque

Zona 1 - 16.26°C

Zona 2 – 17.07°C

Bloques de concreto

Zona 1 - 14.96°C

Zona 2 – 15.54°C

4.4.5. Resultado de la Distribución de Temperatura Anual

- Vivienda Bahareque
- Vivienda Bloques Cemento
- Zona. Habitación
- Zona. Área Social

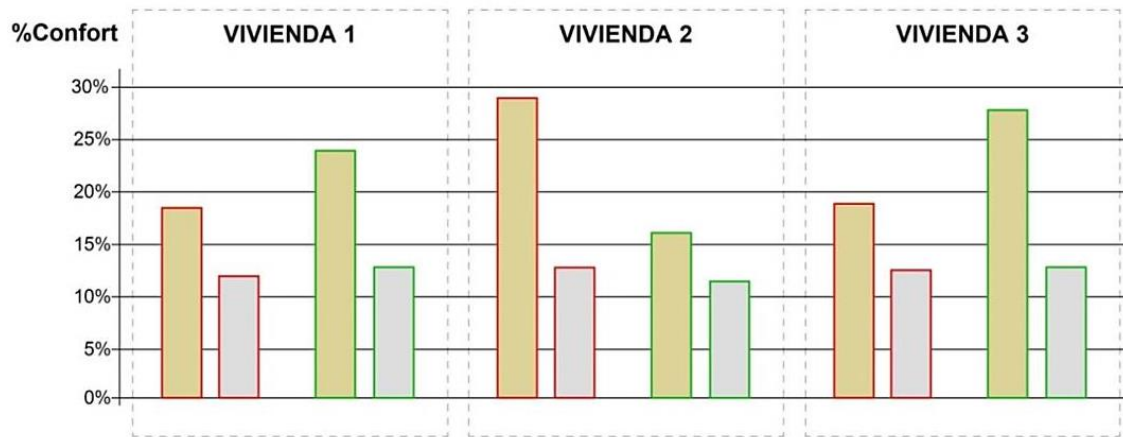


Figura 74. Gráfica comparativa de la distribución anual de temperatura de las 3 viviendas (bahareque vs bloques de concreto). Autor: Paúl Rivas Rivas.

Al analizar la distribución anual de temperatura en las tres viviendas, la gráfica claramente nos muestra un mejor desempeño en las construcciones de bahareque, teniendo un mayor porcentaje de confort en el año, eso se traduce en un mayor número de horas de confort térmico para el usuario, tanto en la habitación como en el área social.

A nuestro entender y según el análisis previo, esto se debe a la adaptabilidad que presenta el barro frente a cambios térmicos externos, los muros proporcionan un mejor desempeño en términos de confort.

4.4.6. Comparación con Aparato de Medición

Como ya se mencionó anteriormente el programa Ecotect es óptimo para este tipo de análisis y en este punto de la investigación se trató de constatar la exactitud de los datos obtenidos en el mismo, realizando un análisis real en las 3 viviendas seleccionadas para esta investigación, utilizando el aparato de medición KESTREL 4200 Pocket Air Flow Tracker, considerando la fecha del Solsticio del 21 de Junio.

- La toma de datos se la realizó colocando 2 aparatos Kestrel en cada una de las viviendas de bahareque, tanto en el área social como en la habitación, buscando el centro de los espacios, dejándolos trabajar las 24 horas del día (21 de Junio), haciendo medidas cada hora.

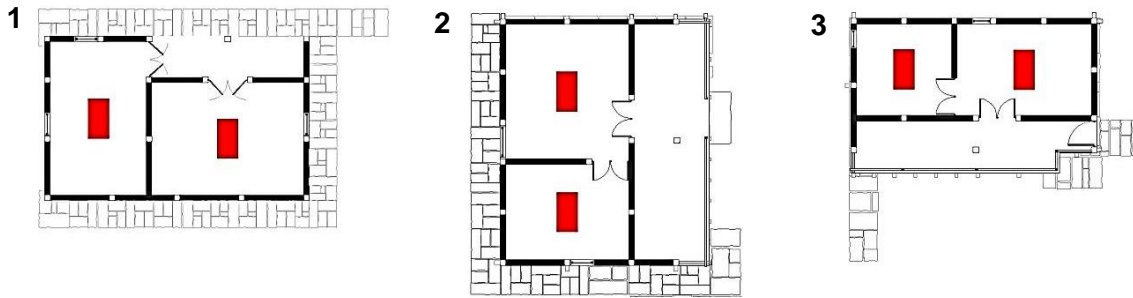


Figura 75. Colocación del aparato Kestrel 4200 en las tres viviendas vernáculas. Autor: Paúl Rivas Rivas.



Foto 20. Toma de datos en las viviendas vernáculas con el aparato Kestrel 4200. Autor: Paúl Rivas Rivas.

Los datos utilizados para la gráfica con el aparato Kestrel, pueden verse en el Anexo 3.

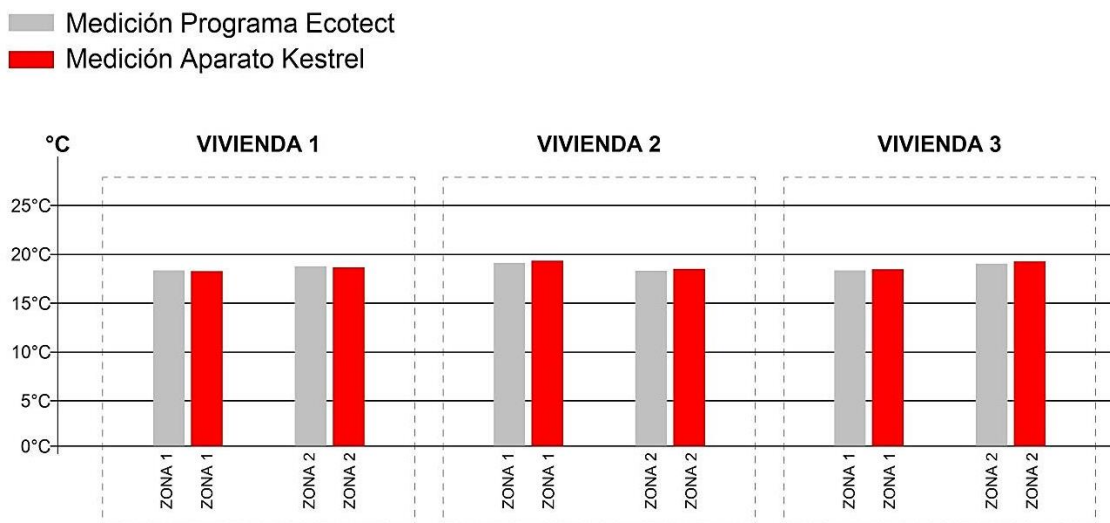


Figura 76. Gráfica comparativa de datos obtenidos en el programa Ecotect y el aparato Kestrel de las 3 viviendas de bahareque en el día del Solsticio del 21 de Junio. Autor: Paúl Rivas Rivas.



La gráfica comparativa (figura 76) muestra que los promedios de la temperatura en el solsticio del 21 de Junio no varían demasiado entre el programa Ecotect y el aparato de medición Kestrel 4200.

4.5. CONCLUSIÓN

Como se puede observar en las gráficas, las viviendas analizadas (bahareque y bloques de concreto) poseen el mismo volumen espacial y se caracterizan solo por las propiedades de los materiales que las componen y con los cálculos realizados en el programa Ecotect, se obtuvo lo siguiente:

- En el Equinoccio del 21 de Marzo, las tres viviendas de bahareque, tanto en el área social como habitación están en la zona de confort térmico $18^{\circ}\text{C} - 26^{\circ}\text{C}$, mientras que las tres viviendas de bloques de concreto están fuera, por tanto tienen un mejor desempeño las de bahareque.
- En el Equinoccio del 21 de Septiembre, las tres viviendas de bloques de concreto no logran entrar en la franja de confort y se alejan más, mientras que la vivienda 3 de bahareque está en la zona de confort, entonces entendemos que las viviendas de bahareque muestran un mejor desempeño.
- En el Solsticio del 21 de Junio, como en el primer caso las tres viviendas de bahareque, tanto en el área social como en el área de habitación están en confort $18^{\circ}\text{C} - 26^{\circ}\text{C}$ y vemos nuevamente que ninguna de las tres viviendas de bloques de concreto entran, aunque se acercan más que los casos anteriores.
- En el Solsticio del 21 de Diciembre, en las viviendas uno y tres se ve un mejor desempeño en las construcciones de bahareque, en el caso de la edificación 2, se ve por primera un mejor desempeño en la vivienda de bloque, aunque la diferencia se puede considerar mínima.

Según los datos encontrados, en general en las horas de la madrugada es en donde se encuentran las temperaturas exteriores menores, a diferencia de las horas del día donde las temperaturas exteriores se elevan, pero en el interior estas en cierta forma son más constantes en las construcciones de bahareque, lo que permite demostrar la adaptabilidad de la tierra frente a cambios térmicos externos. Podríamos deducir que las características de los materiales utilizados en cuanto a su conductividad térmica ayuda a entender los resultados, en el caso del bahareque que en la composición de los materiales muestran un coeficiente mayor con respecto a la de bloques de concreto, presenta los mejores resultados.

Con estos datos se llega a la conclusión de que las viviendas de bahareque están más cerca de conseguir un estado más favorable en cuanto al confort térmico en las condiciones climáticas de Azogues, ya que en los tres casos estas obtuvieron los mejores resultados y



este dato ya nos marca una tendencia clara. **Pudiendo afirmar que las viviendas vernáculas de bahareque son mejores en temas de confort térmico interior, que las viviendas actuales de bloques de concreto.**

Podemos agregar que luego del análisis se tiene la idea que el confort térmico de las viviendas está definido principalmente por los muros, seguido de su orientación en donde interviene la disposición de sus aberturas para la captación de radiación y el flujo de aire. Aunque la cubierta juega un papel importante en este caso no incide demasiado ya que las edificaciones tienen cielo raso y se genera una cámara de aire y el calor no influye directamente en las zonas térmicas (habitación y área social).

Finalmente en este punto de la investigación al realizar las mediciones en las tres viviendas vernáculas con el aparato de medición Kestrel 4200, en el Solsticio del 21 de Junio, estas no presentaron una diferencia considerable con respecto a los datos obtenidos con el software de simulación, entonces concluimos que mediante el manejo de las variables climáticas de la localidad es posible evaluar mediante el Ecotect el comportamiento térmico de cada espacio, cuya eficacia se determina relacionando el comportamiento térmico con el rango de confort determinado. Creemos que es perfectamente viable pues queda probado que funcionó en este análisis.



CAPÍTULO V. PROPUESTA DE VIVIENDA SOCIAL BASADA EN LA ARQUITECTURA VERNÁCULA DE COJITAMBO

Finalmente como un ejercicio o ejemplo de aplicación, después de analizar y comparar las tres viviendas con el sistema constructivo de bahareque frente a las de bloques de concreto con resultados positivos, expuestas anteriormente, se propone un prototipo de vivienda social para Cojitambo y las diferentes zonas rurales de Azogues, utilizando el sistema constructivo del bahareque adaptado a la arquitectura contemporánea. Los retos principales en el diseño de esta edificación son:

- Lograr confort constante en la vivienda, pensando más en las horas en donde la temperatura disminuye.
- Además diseñar un sistema constructivo basado en el bahareque que se pueda introducir en la arquitectura actual.

En esta propuesta arquitectónica además de usar criterios básicos como la distribución espacial, la relación entre los diferentes espacios, la forma de la planta arquitectónica, la confortabilidad espacial, la capacidad habitacional, la estética y el tamaño de la vivienda se ha tomado en cuenta varios parámetros bioclimáticos tales como la ubicación, forma general del edificio, tratamiento de la piel, orientación del proyecto, climatización natural e iluminación natural, soleamiento, vientos, etc.(Serra & Coch, 2000).

Este diseño sigue un “Ordenamiento Metodológico del Proceso de Diseño Arquitectónico” (Jiménez, 2016), que se desarrolla a continuación:

5.1. ESTUDIO DE UNA SITUACIÓN

5.1.1. Búsqueda de Antecedentes

La búsqueda de antecedentes nos proporciona la información necesaria para desarrollar el ejercicio de diseño arquitectónico planteado en la zona rural de Azogues.

Como punto de partida se ha analizado lo que existe actualmente como vivienda social en nuestro medio, seleccionando como edificación base a la vivienda que otorga el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI).

Vivienda Social en Azogues

En el mundo existen organizaciones las cuales tienen como objetivo ayudar a proporcionar una vivienda digna a las familias de escasos recursos, estas pueden recaudar fondos o establecer microcréditos destinados a construir estas viviendas. En nuestro país existen



maneras para acceder a una vivienda “digna”, a través del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), mediante el cual el Estado Ecuatoriano entrega un bono para vivienda a las familias de menores ingresos, para que puedan adquirir o construir su casa. En la ciudad de Azogues y sus parroquias, se han realizado varias de estas construcciones.



Foto 21. Viviendas otorgadas por el MIDUVI. Fuente: www.habitatyvivienda.gob.ec.

Las viviendas que ofrece el MIDUVI actualmente contemplan los espacios de sala comedor, cocina, baño completo y dos dormitorios, todo esto se desarrolla entre 42m² y 52m².

5.1.2. Diagnóstico de la Situación, Identificación de las Situaciones Problemáticas

Vivienda tipo (MIDUVI):

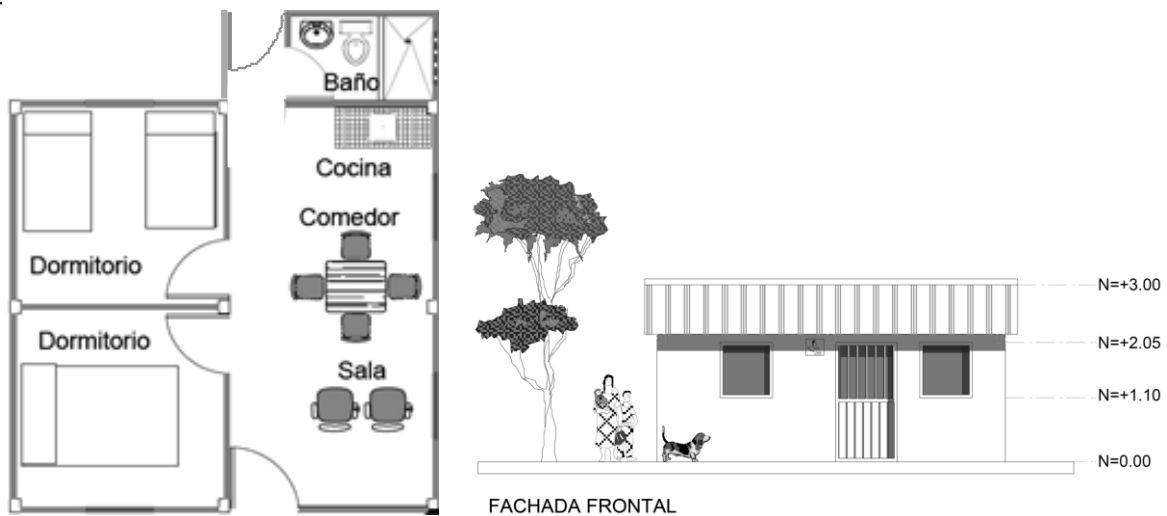


Figura 77. Planta arquitectónica y fachada frontal, sin escala, de la vivienda del MIDUVI. Fuente: www.habitatyvivienda.gob.ec.



- Relación directa incompatible entre la zona social y la de descanso.
- Espacio reducido para las actividades diarias.
- Las ventanas, debido a su reducido tamaño no permite apreciar las visuales que ofrece el paisaje de las zonas rurales de Azogues.
- La vivienda no se adapta a la topografía irregular de esta zona rural.
- No se utilizan materiales propios de la zona en la cual se va a emplazar la vivienda.
- Sin planificación para futura ampliación.
- Condiciones de confort interior, no óptimas.
- La solución formal es defectuosa ya que responde solamente al hecho constructivo de la vivienda más no responden a condiciones de clima y orientación.

5.1.3. Conclusiones para el Planteamiento de un Problema

Realidad social:

Las soluciones arquitectónicas óptimas en la mayoría de los casos únicamente se destinan a las élites, a clases pudientes, no tomamos en cuenta a clases sociales de escasos recursos a quienes se les otorga viviendas mínimas con un tipo de solución arquitectónica que carece del estudio de territorio, cultura y los recursos de los cuales se dispone en el lugar. Esto trae implícito una serie de cuestionamientos acerca de las falencias en diferentes ámbitos relacionados con la construcción de una vivienda y surge el problema principal de que **existen deficiencias de la calidad de habitabilidad de la vivienda.**

Conciencia ambiental:

Notamos que gran parte de la degradación de nuestro planeta se da por causa de la construcción, debido a que generalmente no se practica una arquitectura contemporánea que busque lograr un equilibrio energético a base de conocer las variables de cada lugar para que mediante el diseño arquitectónico podamos crear soluciones óptimas, afortunadamente esta idea está cambiando. Así como sucede en la arquitectura vernácula, que es resultado de la tradición derivada de lentos procesos empíricos de ensayo y error alcanzando la eficiencia, disminuyendo el consumo de energía, logrando una ideología medioambiental o de sostenibilidad ya que emplea recursos propios del lugar.

5.2. EL PROBLEMA “SITUACIÓN ESTRUCTURANTE”

Busco proponer una vivienda que esté dotada de una nueva visión con respecto a los materiales y que la misma pueda prestar atención a las sugerencias del paisaje, el territorio y la cultura caracterizando así una nueva sensibilidad en la intervención arquitectónica. En definitiva se trata de reajustar lo vernacular, de leer las condiciones del entorno e integrarse en él respetando los equilibrios del contexto y de proponer algo nuevo dentro del proceso continuado que ha generado ese entorno, partiendo no de una hoja en blanco sino de la experiencia acumulada, de esto modo llegamos a determinar nuestro **“QUÉ HACER”**.



“Desarrollar una vivienda digna, adaptativa y con un sentido bioclimático”.

5.3. INTERVENCIÓN PROYECTUAL ARQUITECTÓNICA

- El proyecto que se plantea conlleva un uso menor de recursos y materiales.
- La propuesta de vivienda estará inmersa en una nueva poética centrada en la interpretación del paisaje, y la cultura de su entorno inmediato.
- El diseño está basado en la atención a las tradiciones constructivas de la región, la calidad del objeto construido y la consideración hacia la lógica constructiva con materiales propios del lugar.

5.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO

General:

Dotar a Azogues y sus zonas rurales, de una vivienda digna y accesible que sea respetuosa con la cultura, el lugar, la tradición y en la cual se refleje criterios de la Arquitectura Bioclimática.

Específicos:

- Identificar las necesidades para una intervención arquitectónica en esta zona.
- Lograr un equilibrio medioambiental entre el entorno y la intervención arquitectónica, con criterios de la arquitectura bioclimática.
- Revalorizar la práctica constructiva tradicional, logrando un sistema constructivo basado en el bahareque, pero adaptado a la actualidad y sus materiales.

5.5. ESTRATEGIAS

Materiales

Utilizando los materiales adecuados para lograr una propuesta amigable con el medio ambiente, pero principalmente con las personas, que cumplan dentro de los parámetros de confort que se busca.

Reinterpretación de la arquitectura vernácula

La idea de la reinterpretación de la arquitectura vernácula es establecer un diálogo con el lugar sin afectar la armonía del contexto.

Recursos naturales y locales

Es una potencialidad utilizar los materiales de la zona como la tierra, madera y piedra, permitiéndonos reducir costos.



Modulación

Que existe una versatilidad del manejo modular, tanto espacial como de materiales, lo cual nos permite disminuir el tiempo de ejecución de la obra siendo de fácil montaje.

Vivienda adaptativa

Flexible ante un indudable crecimiento familiar, que se adapte a las condiciones topográficas y climáticas del lugar.

Vivienda Bioclimática

Siguiendo parámetros del diseño pasivo, tomando en cuenta puntos como la orientación del proyecto, forma general del edificio, tratamiento de la envolvente, soleamiento, ventilación natural, etc.

5.6. ESTRATEGIAS DE DISEÑO

Los aspectos más importantes a tomar en cuenta en la edificación incluyen, orientación dependiendo de las condiciones de sol y viento, la forma de la vivienda, el acabado exterior, los materiales empleados, movimientos de aire, etc.

Las estrategias de diseño buscan un “equilibrio”. Azogues al tener un clima templado, la principal condición para que una situación pueda resultar confortable es lograr un equilibrio térmico entre la ganancia de calor y la eliminación del mismo. Cuando esta situación no es posible y el ambiente es demasiado caluroso o frío nos encontraremos en una situación no confortable o de discomfort, que podría afectar a los usuarios. En este caso el análisis realizado de las viviendas de bahareque, nos dice que cuando disminuye demasiado la temperatura exterior estas no están siempre en confort.

Diagrama Psicométrico de Givoni

El diagrama psicométrico de Givoni es una herramienta sencilla para averiguar de manera aproximada cuáles son las situaciones climáticas de un lugar concreto a lo largo del año y que nos sugiere el tipo de estrategias bioclimática a adoptar para proyectar un edificio. En el diagrama se distinguen unas zonas asociadas a sus respectivas técnicas bioclimáticas que permiten alcanzar la zona de bienestar.

Se emplea mediante el ingreso de factores del clima, se determina un rango de confort térmico, determinado como las condiciones ambientales en las cuales la mayoría de las personas que desarrollan la misma actividad en el mismo sitio se encuentran en confort térmico, posteriormente se determinan áreas de corrección arquitectónica que permiten conocer el tipo de estrategia para trasladar determinados puntos fuera del área de confort térmico hacia el interior de esta, es decir, modificar los parámetros del clima a rangos de confort térmico.

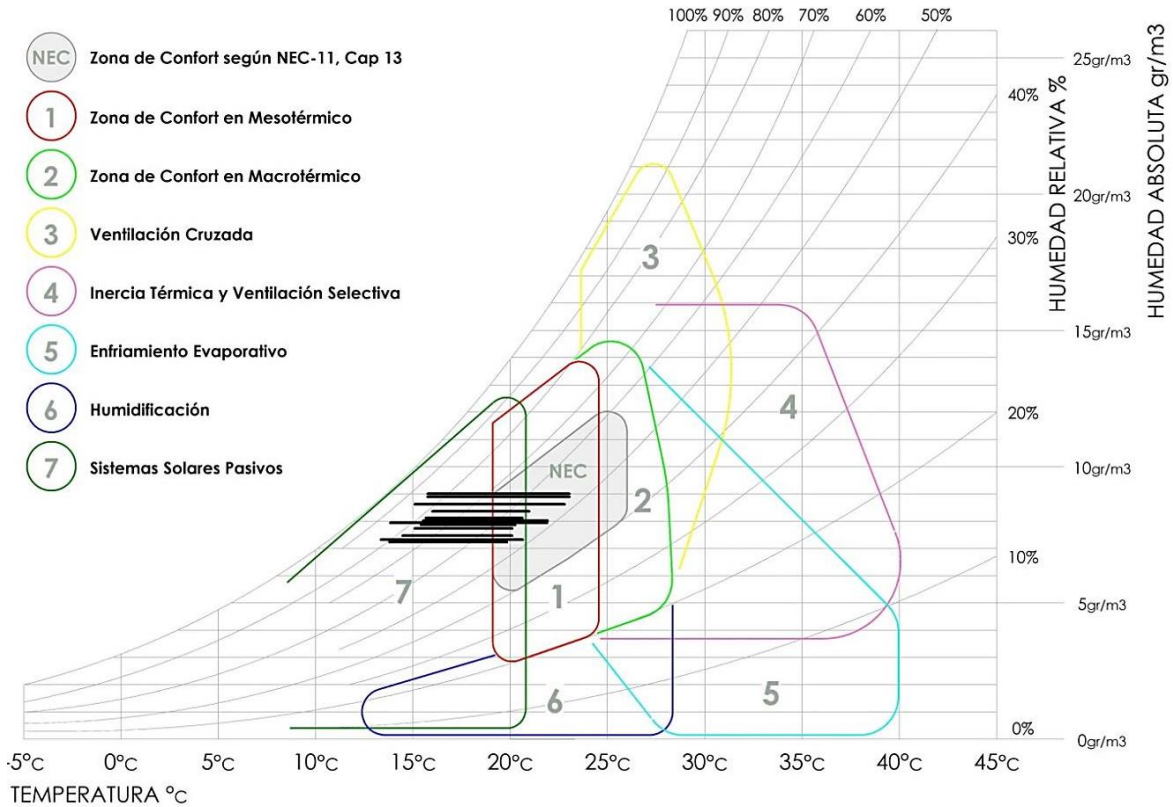


Figura 78. Ábaco psicométrico de Givoni. Autor: Paúl Rivas Rivas.

La gráfica de Givoni nos dice:

- Las temperaturas máximas están dentro de la zona de confort.
- Para las temperaturas mínimas se requiere sistemas solares pasivos y una buena orientación del edificio.
- Se sugiere tomar en cuenta la ventilación, para facilitar la circulación de corrientes de aire naturales que permitan refrescar diferentes espacios.
- Debido a la latitud en la que se encuentra nuestro país (latitud cero), el sol irradia todo el día en la cubierta de las casas, por lo que se puede aprovechar para captar calor.

Orientación

La orientación de edificación es clave para para aprovechar el soleamiento, se ha emplazado un rectángulo con sus lados mayores en el sentido Este-Oeste para que estas fachadas sean las que capten la mayor cantidad de energía solar durante el día, además de aprovechar las vistas que ofrecen las zonas rurales de Azogues, con el fin de captar calor y a su vez disfrutar el paisaje gracias al vidrio que se coloca en las fachadas este y oeste. La cubierta juega un papel importante, para captar calor.

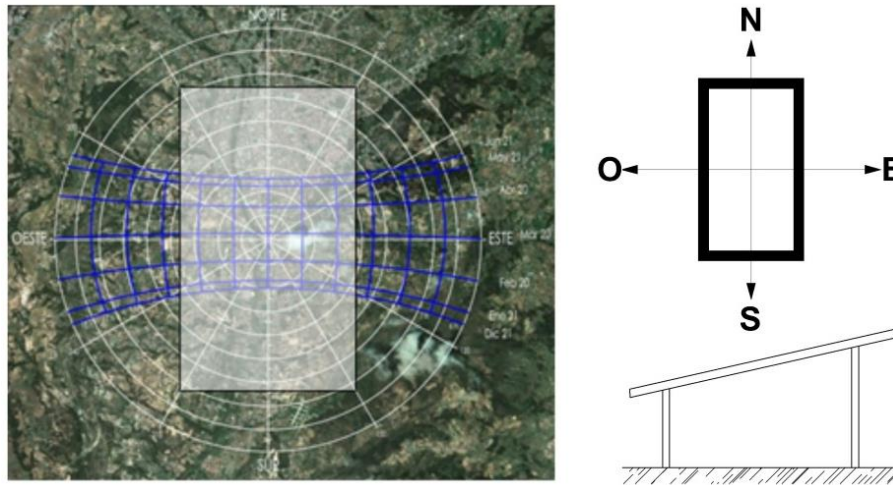


Figura 79. Esquema de orientación de la vivienda. Autor: Paúl Rivas Rivas.

Modulación de Paneles

Para la envolvente de la edificación, se propone la utilización del bahareque, con el armado de paneles tipo, de 1m x 2.5m, con la finalidad de que sea fácil de manipular y ayude a una adecuada modulación espacial interior.

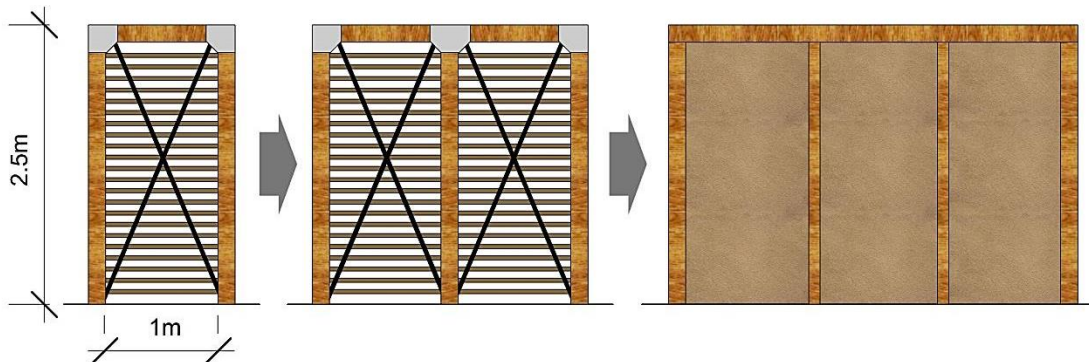


Figura 80. Esquemas de estructura del panel tipo y pared terminada. Autor: Paúl Rivas Rivas.

Modulación Espacial

Los paneles diseñados son replicados en toda la envolvente ayudando a zonificar correctamente la vivienda, misma que contendrá cada una de las funciones de la vivienda: área privada (dormitorios), área servicio (baño), área social (sala, comedor, cocina) y circulación.

La zonificación responde a los espacios que tienen una vivienda social (MIDUVI) actualmente, pero principalmente a la cultura de las personas. Un espacio como el portal de ingreso es fundamental para su vivir y así lo demuestran las viviendas vernáculas, esta es un área de reunión, de vinculación o simplemente para admirar el imponente paisaje.

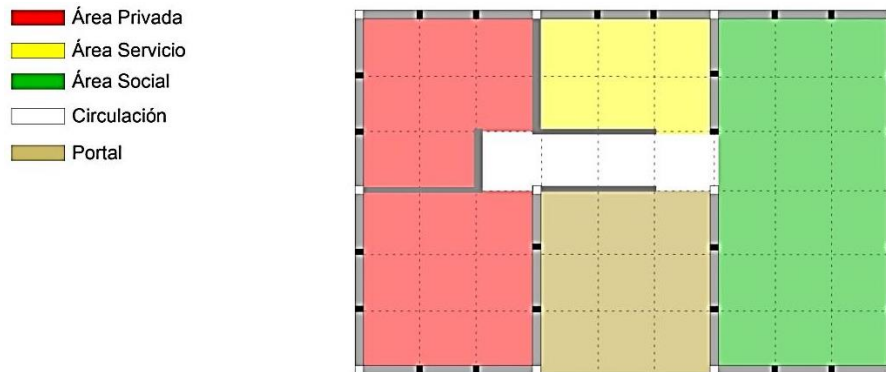


Figura 81. Esquema de zonificación de las áreas de la vivienda (privada, servicio y social). Autor: Paúl Rivas Rivas.

Soleamiento

La máxima preocupación es la reducción de las ganancias de calor y el aprovechamiento de la ganancia solar útil, evitando pérdidas de calor o frío. Para la calefacción solar pasiva se empleó: ganancia directa (ventanas orientadas al este y oeste), indirecta (con los muros de tierra), la luz natural llega directamente a los espacios interiores de la vivienda por medio de ventanas, la idea es que la radiación que cae sobre la vivienda sea aprovechada por los muros, aberturas y la cubierta. Aleros dan la sombra necesaria a las fachadas Este y Oeste.

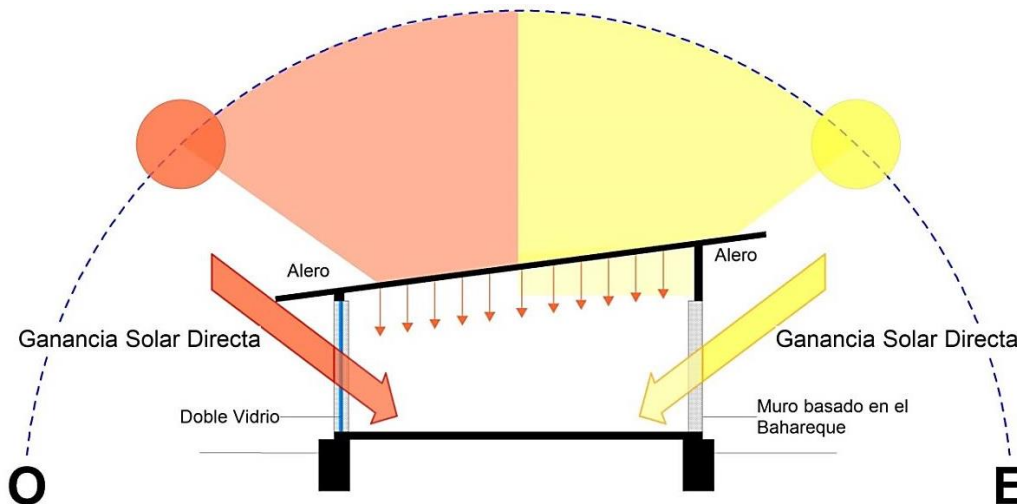


Figura 82. Esquema de soleamiento de la vivienda. Autor: Paúl Rivas Rivas.

Ventilación

Aunque la idea es captar la radiación para calentar la edificación no se puede descuidar la ventilación. Se ventila lo necesario a través de las ventanas, la orientación es clave para la ventilación, aprovechando los vientos dominantes que vienen desde el Sur y Sureste con un promedio de 2.75m/s, además se controla la humedad relativa que tiene un promedio de 67%. Para impedir que el viento penetre demasiado, principalmente en el área social, las fachadas Norte y Sur son paredes ciegas, además se utiliza doble vidrio.

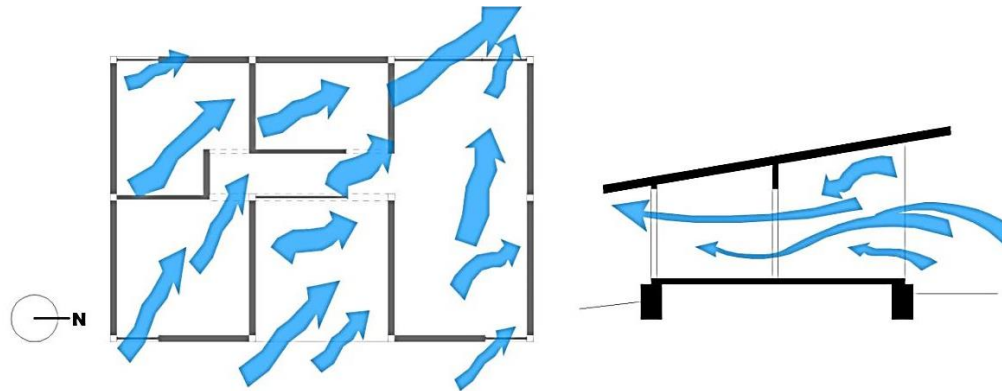


Figura 83. Esquemas de ventilación de la vivienda. Autor: Paúl Rivas Rivas.

Vivienda Adaptativa

Es interesante la idea de que la vivienda pueda adaptarse a la topografía irregular de esta zona, mediante el uso de la piedra del sector, como lo hacen las viviendas vernáculas, el tener la edificación asentada en el muro de piedra también ayuda a controlar la humedad. Ante un posible crecimiento familiar en el futuro la vivienda podrá adaptarse, replicando el módulo del área privada como se muestran en el siguiente esquema.

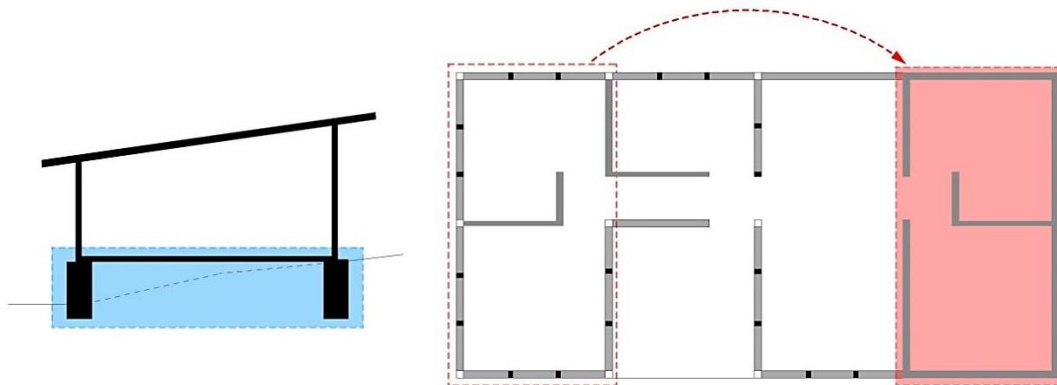


Figura 84. Esquemas de adaptabilidad a la topografía y crecimiento familiar. Autor: Paúl Rivas Rivas.

5.7. PROPUESTA FORMAL

Se basa principalmente en la utilización de materiales del lugar como es la tierra, madera, piedra y que estos se muestren en las fachadas tal como son, con la finalidad de respetar los modos y las conclusiones alcanzadas por la técnica y expresión del bahareque, para poder actualizarlas a un lenguaje y a una práctica constructiva actual; esto supone mantener viva y en desarrollo la arquitectura vernácula y aportar un paso más al proceso evolutivo que generó esa arquitectura que hoy llamamos tradicional. La idea al diseñar una propuesta de vivienda de este tipo fue que el edificio no se sienta extraño en el lugar o con su entorno, que sea parte de las zonas rurales de Azogues y que de alguna manera esté “mimetizado”



con su entorno, todo esto pensado en la gente que podrían habitarla y que no pierdan su identidad cultural que se sientan orgullosos de lo que fueron y de lo que son.

5.8. DISEÑO ARQUITECTÓNICO

5.8.1. Planos Arquitectónicos

Planta - Área 52m²

1. Portal - patio
2. Baño completo
3. Sala
4. Comedor
5. Cocina
6. Dormitorio
7. Dormitorio

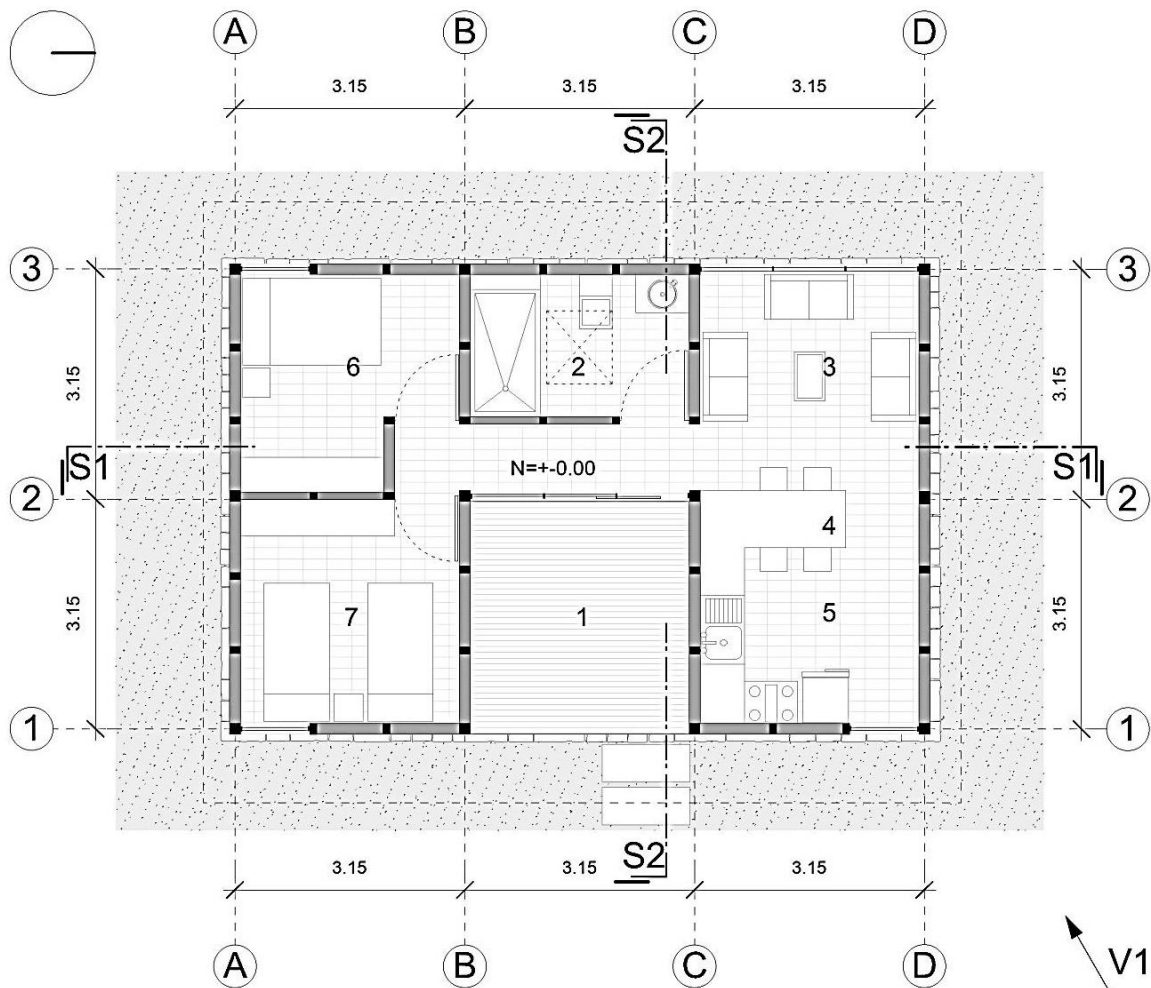


Figura 85. Planta Arquitectónica de la vivienda propuesta, escala 1=100. Autor: Paúl Rivas Rivas.

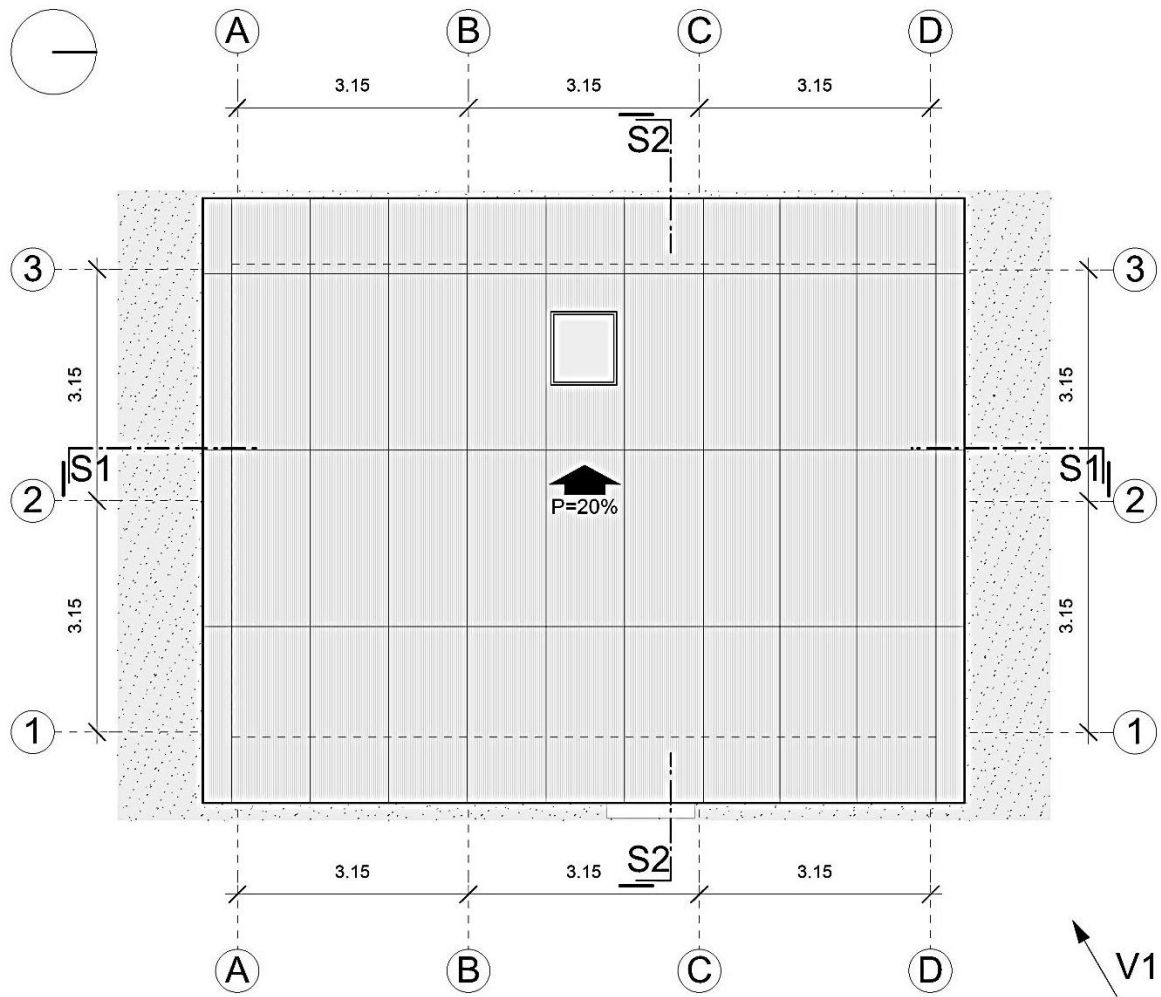


Figura 86. Planta de cubierta de la vivienda propuesta, escala 1=100. Autor: Paúl Rivas Rivas.

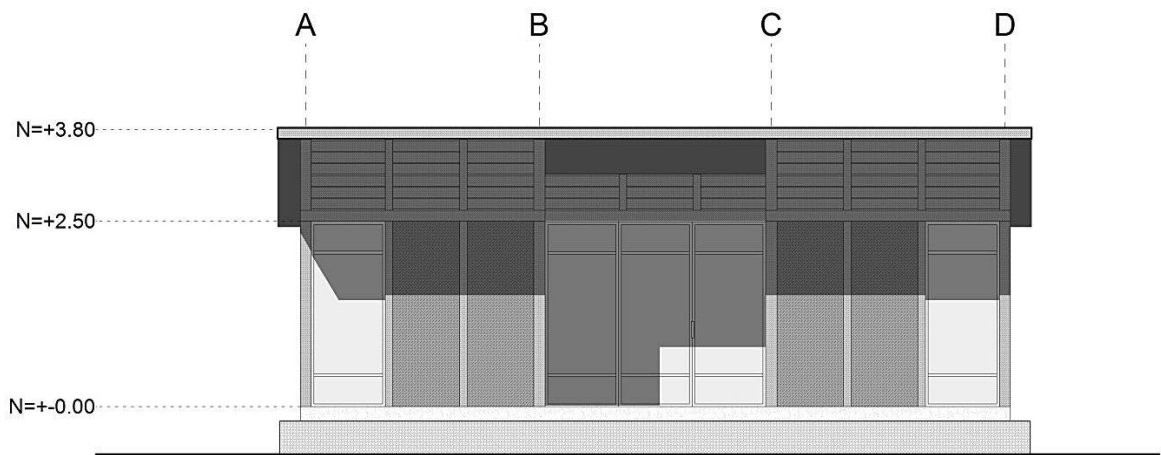


Figura 87. Alzado este de la vivienda propuesta, escala 1=100. Autor: Paúl Rivas Rivas.

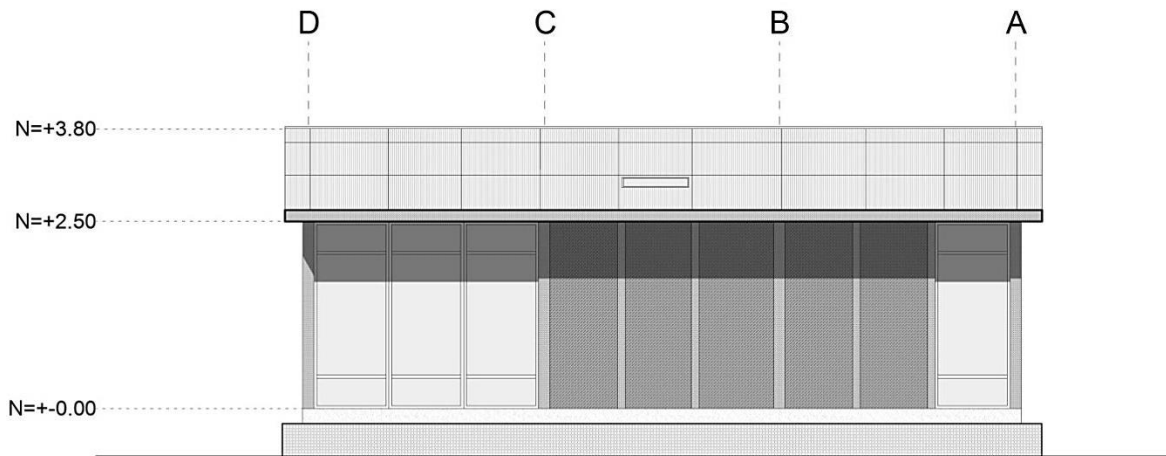


Figura 88. Alzado Oeste de la vivienda propuesta, escala 1=100. Autor: Paúl Rivas Rivas.

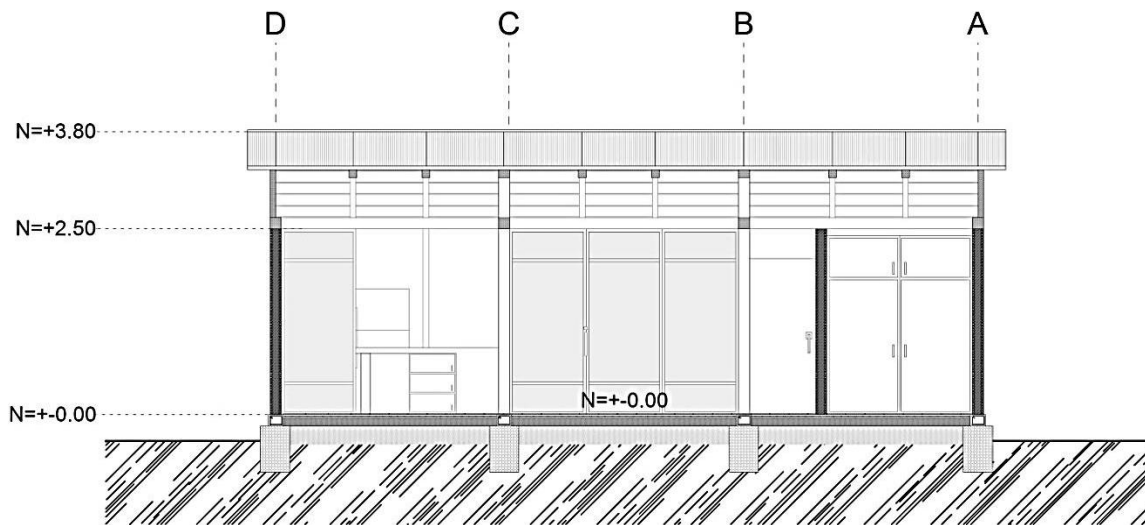


Figura 89. Sección S1-S1 de la vivienda propuesta, escala 1=100. Autor: Paúl Rivas Rivas.

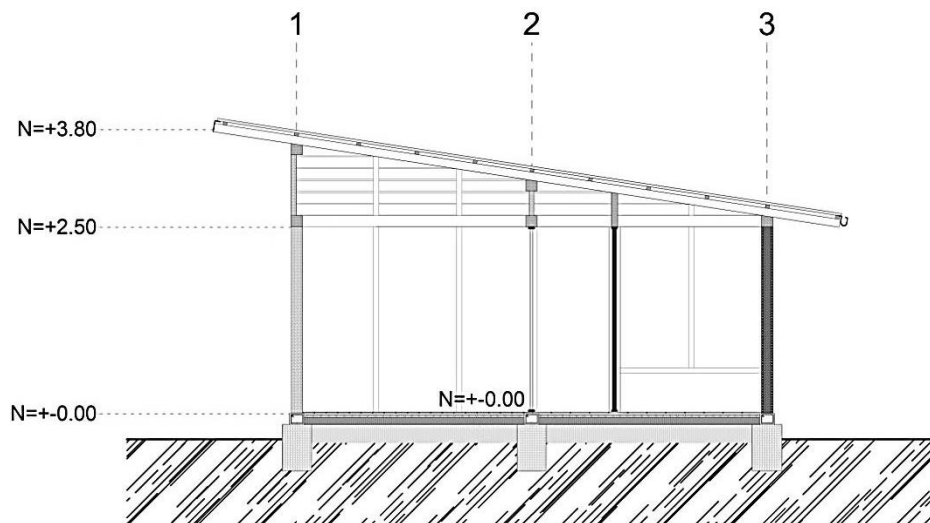


Figura 90. Sección S2-S2 de la vivienda propuesta, escala 1=100. Autor: Paúl Rivas Rivas.

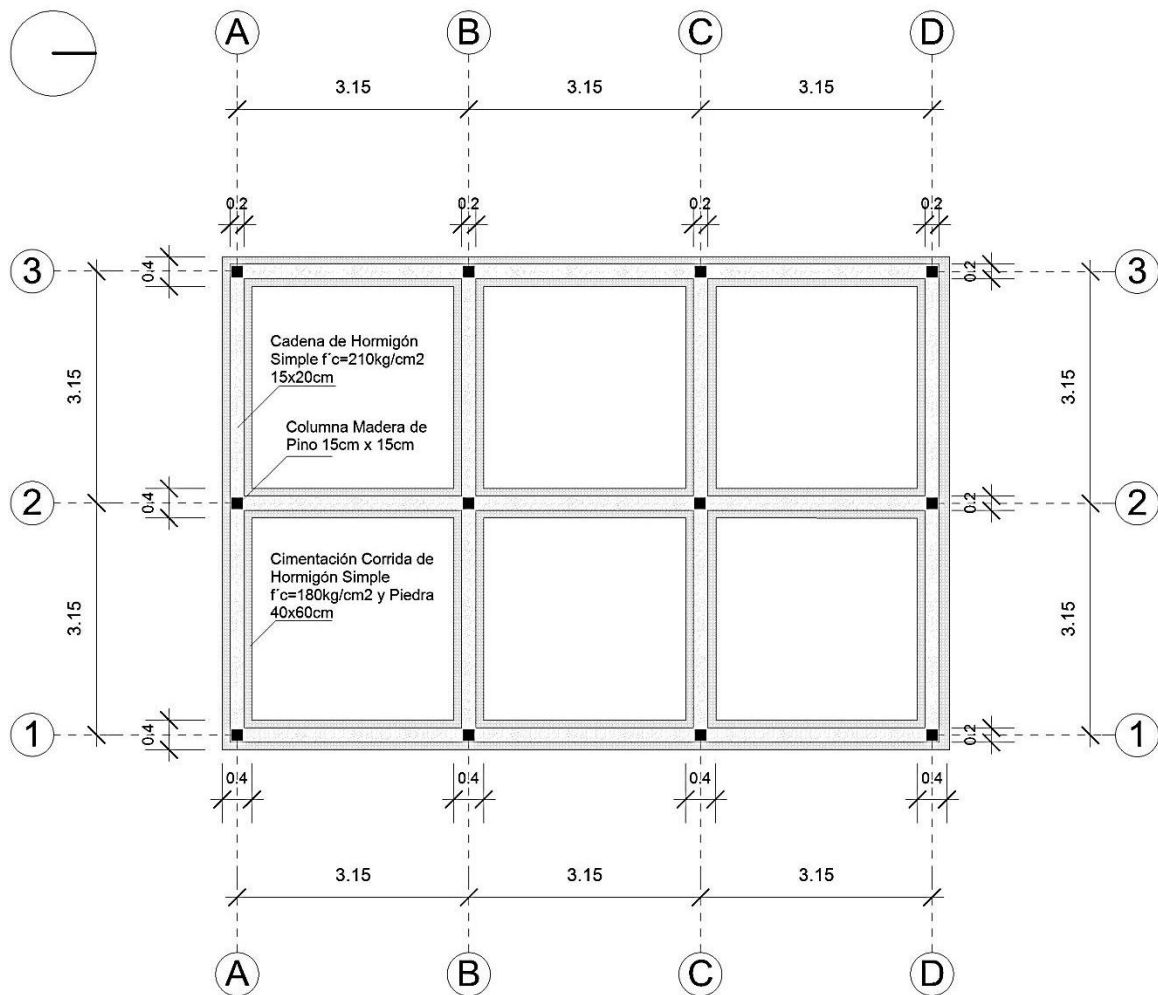


Figura 91. Planta de cimentación de la vivienda propuesta, escala 1=100. Autor: Paúl Rivas Rivas.

5.8.2. Detalles Constructivos

Una vez que se determinó la ubicación adecuada de la casa por medio de las estrategias de diseño, el siguiente paso es el reconocer que clase de materiales son adecuados para las fachadas o envoltorio del proyecto. Los elementos constructivos bajo los requerimientos sustentables, deben aportar una sensación de confort a sus habitantes, el comportamiento de los materiales de acuerdo a la pérdida o ganancia de calor, se debe aprovechar las características de estos para evitar gastos energéticos. (Velepucha, 2014).

Todas las paredes son de tierra, para impedir que el frío penetre a la casa y así guardar el calor de la mañana, como se sabe este es un material que pueda acumular la mayor cantidad de energía térmica durante el día, además ayuda a que la temperatura sea constante, tienen alto calor específico, alta densidad y baja conductividad térmica, vota todo ese calor almacenado en la noche, manteniendo la vivienda estable térmicamente. El factor “U”

juega un papel muy importante, en este caso los muros (15cm), presentan un valor de:
 $U=5.05W/m^2.K$ (Fuente: Ecotect)

Cimentación

1. Columna madera de pino 15x15cm, h=2.5m
2. Caja metálica 10x15cm, e=5mm
3. Placa metálica 30x30cm e=5mm
4. Cadena de hormigón simple V5, $f'c=210kg/cm^2$ 15x20cm
5. Perno de acero
6. Piso de ladrillo 30x15cm, e=2.5cm
7. Replanteo de hormigón $f'c=180kg/cm^2$, e=5cm
8. Suelo compactado con material de mejoramiento, e=20cm
9. Cimiento de hormigón simple, $f'c=180kg/cm^2$ y piedra.

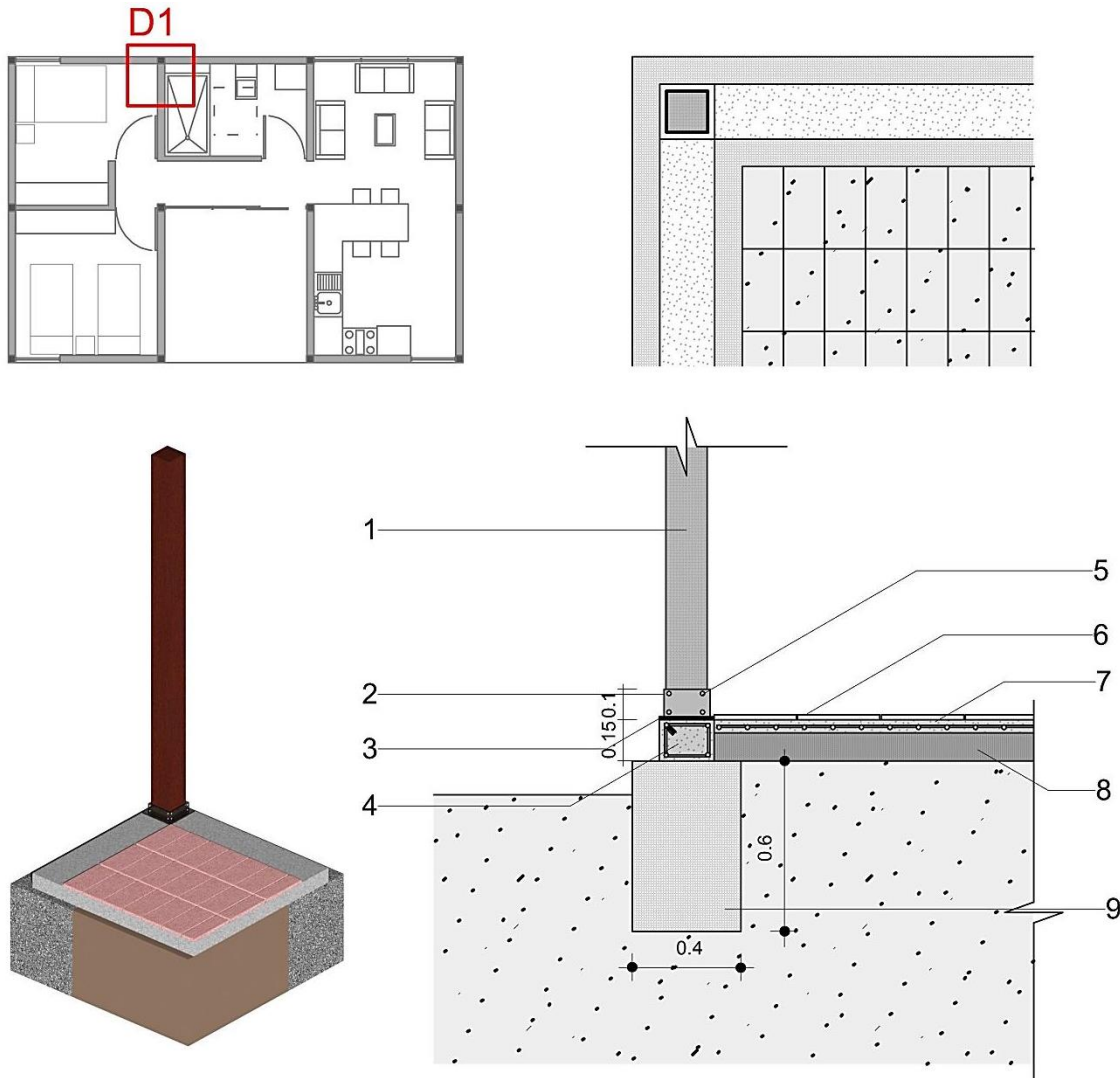


Figura 92. Detalle constructivo de cimentación D1, de la vivienda propuesta. Autor: Paúl Rivas Rivas.

Estructura

1. Viga madera de pino 15x15cm
2. Perno de acero
3. Columna madera de pino 15x15cm, h=2.50m
4. Perno de acero
5. Placa de acero corten anticorrosivo 25x25cm e=5mm, fijada con pernos acero
6. Abrazadera metálica para cable
7. Cable de acero 8mm, l=2.50m
8. Guardacabo (argolla) de 2cm

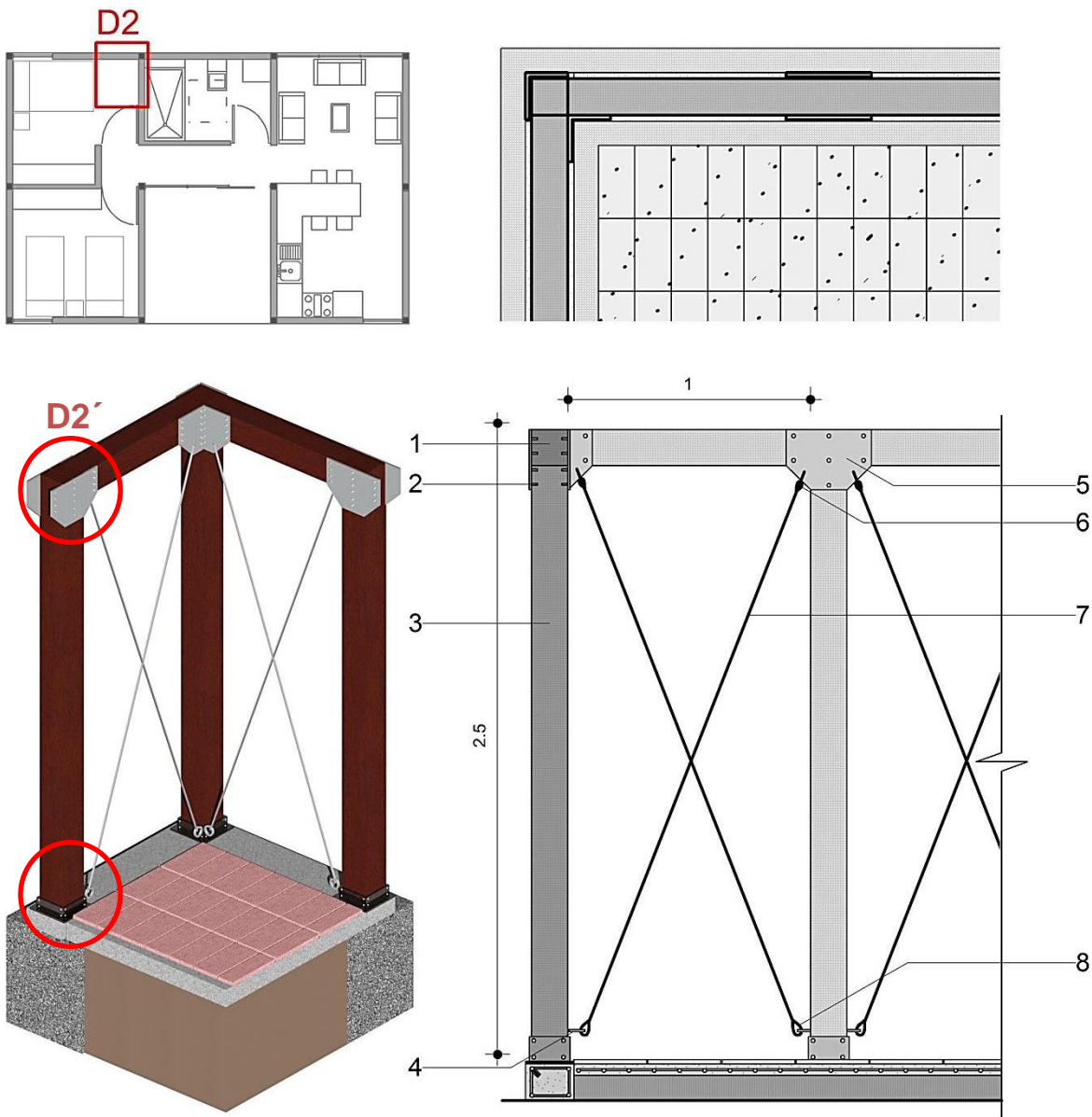


Figura 93. Detalle constructivo de estructura D2, de la vivienda propuesta. Autor: Paúl Rivas Rivas.

Revestimiento Exterior – Interior

1. Columna de madera de pino 10x15cm, h=2.50m
2. Tira de madera 4x4cm, cada 10cm
3. Muro de barro 15cm

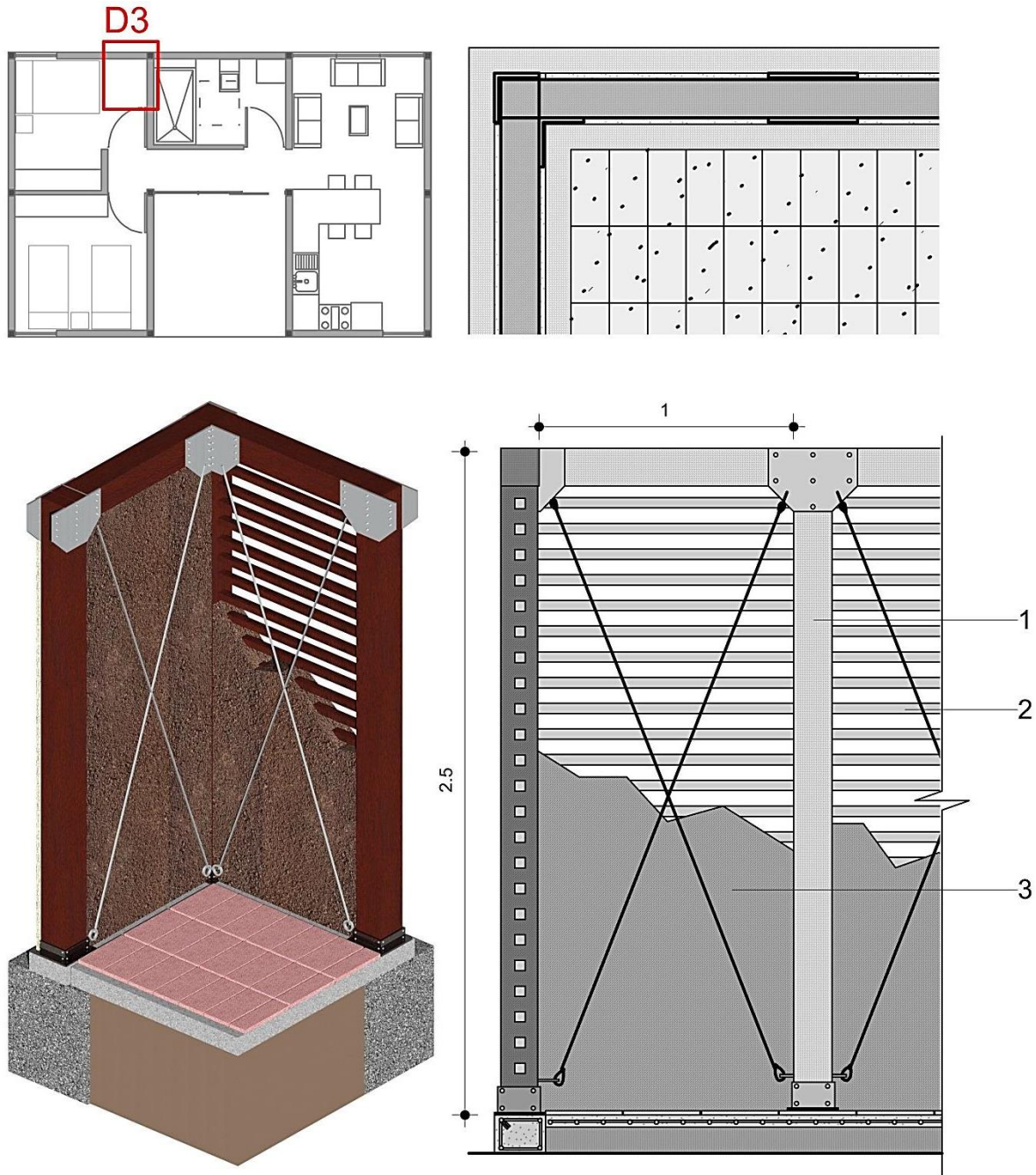


Figura 94. Detalle constructivo de revestimiento D3, de la vivienda propuesta. Autor: Paúl Rivas Rivas.

Cubierta

El factor “U” de la cubierta es de: $U=5.52 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ (Fuente: Ecotect).

1. Canal metálico 10x10cm, $e=5\text{mm}$
2. Pieza de madera de pino 15x15cm
3. Cubierta de fibrocemento 1.20m x 2.40m, $e=15\text{mm}$
4. Tira de madera 4x4cm, $l=2.40\text{m}$ cada 80cm
5. Tira de madera 6x15cm

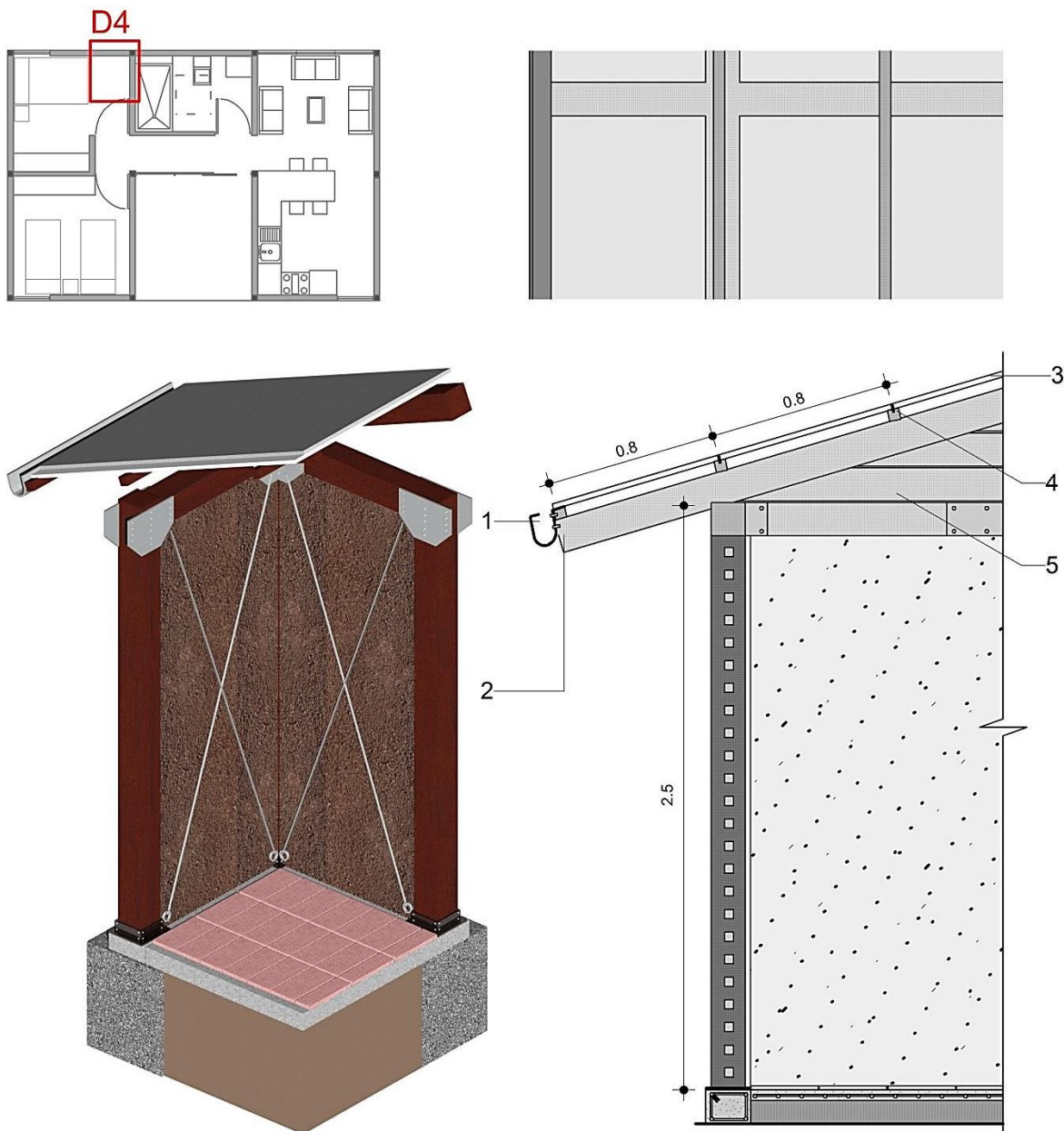


Figura 95. Detalle constructivo de cubierta D4, de la vivienda propuesta. Autor: Paúl Rivas Rivas.



5.9. MEMORIA TÉCNICA

En esta propuesta además de reflejar criterios de diseño de las viviendas vernáculas, se pretende transmitir el concepto de sustentabilidad. Si bien la vivienda rompe con los estándares de construcción normales, apunta a ser algo más novedoso desde lo existente, desde la identidad y desde la capacidad de lograr un lugar lleno de vida desde la forma de construir el proyecto.

Los materiales predominantes en la construcción son la madera y la tierra, logrando conjugar lo contemporáneo y la arquitectura vernácula, mimetizando la vivienda con el entorno y el contexto circundante. El terminado de las paredes es de suma importancia para precautelar la integridad de las paredes de tierra.

Cimentación

Se utiliza cimentación corrida de hormigón simple $f'c=180\text{kg/cm}^2$ y piedra de $60\times 40\text{cm}$, los asentamientos futuros del edificio por la estructura de madera y las paredes no implican un peso mayor, además no se ejerce ningún peso nuevo sobre el suelo que está debajo de la cimentación, con lo que se obtiene un apoyo uniforme para las columnas de la vivienda.

Piso

La totalidad de los pisos de la vivienda es con ladrillo de $30 \times 15\text{cm}$ y de espesor $e=2.5\text{cm}$, tiene varias características de rendimiento que incluyen resistencia al frío, conductividad térmica, resistencia, absorción de agua, la porosidad y la densidad, es un material muy bueno por su conductividad térmica y la transferencia de calor en fuerte contraste con la temperatura en el interior del edificio y el exterior.

Estructura

La estructura es de madera de pino, material con el cual se arman las paredes de $1\times 2.5\text{m}$ cada 1m , utilizando placas metálicas interior y exteriormente para unir las piezas, la madera es un producto natural renovable, otros puntos a destacar es su facilidad para trabajar, durabilidad y es reutilizable, además la resistencia a la flexión puede ser aproximadamente diez veces superior a la del hormigón.

Pensando en darle más firmeza y estabilidad a la estructura, en los paneles se colocan unos cables de acero diagonales anclados a las placas metálicas previamente mencionadas que dotarán de mayor resistencia al panel, basándonos en los muros de las viviendas vernáculas.

Uniones

Para el mejoramiento y sistematización de las uniones en la estructura de madera que pueden mostrar ciertos problemas en el sistema de bahareque, se recomienda el mejoramiento de estas con elementos metálicos que permitan grandes deformaciones que disminuyan las cargas producidas en un sismo y la colocación de un elemento diagonal flexible capaz de estar sometido a la acción de una fuerza y regresar a su posición original.



Se han considerado unas placas metálicas de unión que van colocados en el área de contacto de las piezas de madera. Estos elementos son introducidos parcialmente en cada cara y se fijan definitivamente por medio de pernos.

Estos conectores aumentan la resistencia de las uniones estructurales y son fáciles de colocar. Son usadas en la unión entre vigas y el cimiento.

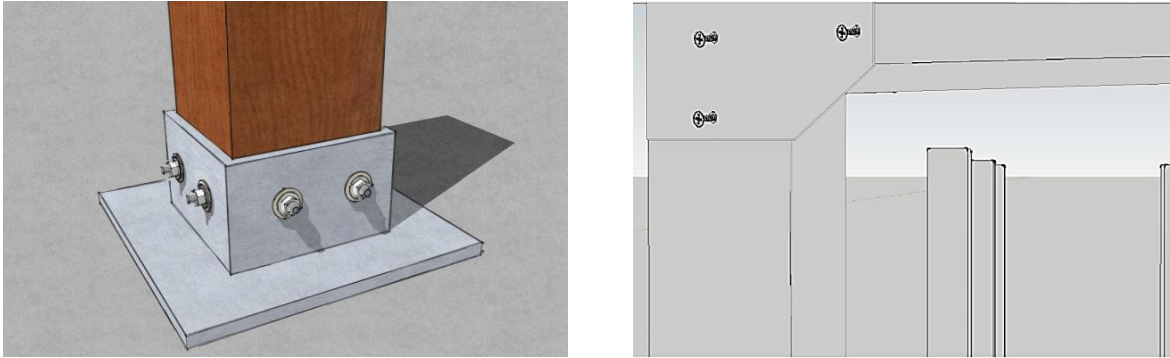


Figura 96. Detalle de uniones D2', de la vivienda propuesta. Autor: Paúl Rivas Rivas.

Revestimiento Exterior – Interior

El revestimiento exterior es el mismo barro y se muestra como es, térmicamente es el material que ayuda a proporcionar el confort que se busca en la vivienda, hace que el conjunto resulte muy resistente a las altas y a las bajas temperaturas y absorbe muy bien el ruido, lo que garantiza también su calidad como aislante sonoro.

Terminado

El terminado se realiza con una dosificación mixta entre cola blanca común y cola de waqra, con cinco partes de waqra y una parte de cola blanca, logrando una solución homogénea que utiliza poca agua, se aplica con facilidad y con un brillo que muestra la tierra tal como es, además aporta a la permeabilidad y protección.

Cubierta

La totalidad de la estructura de la cubierta está armada de madera de pino y se utiliza el fibrocemento, que es un material común en nuestro medio por su costo, fácil colocación y ligereza, además de estos beneficios es un sistema liviano que promueve la construcción amigable con el ambiente ya que no usa agua, genera poco desperdicio en la obra y es modular. Además es muy impermeable, es decir tiene una alta capacidad para proteger a la vivienda del agua.

La cubierta es a un agua por ser más fácil y barata de construir, además es ideal para las áreas que no experimentan condiciones de viento demasiado fuertes, el ángulo de inclinación de 20% es óptimo, permitiendo mucho espacio debajo de él para las reparaciones. Este tipo de cubierta es de uso frecuente en climas fríos y en donde llueve durante el año, permitiendo que el agua se deslice fuera de su área para prevenir daños.



Foto 22. Perspectiva “V1”, de la vivienda propuesta. Autor: Paúl Rivas Rivas.



Foto 23. Perspectiva interior del área social de la vivienda propuesta. Autor: Paúl Rivas Rivas.

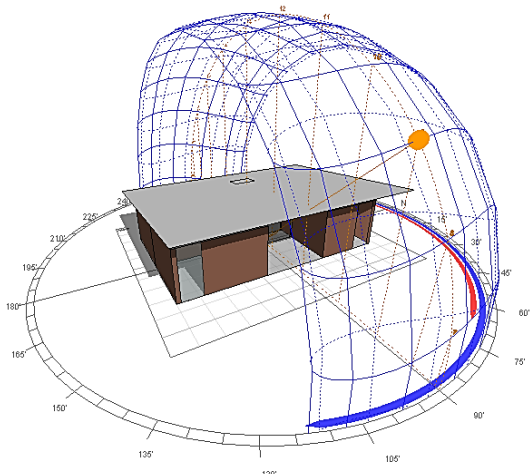
5.10. EVALUACIÓN TÉRMICA EN ECOTECT DE LA VIVIENDA PROPUESTA.

Con la idea de evaluar el diseño, se complementa la información con el análisis de la vivienda con el software Ecotect, para conocer la temperatura interior de las zonas térmicas en las 24 horas del día y así determinar su ubicación en el rango de confort térmico.

5.10.1. Gráficas del Movimiento Solar Sobre la Vivienda

Equinoccio del 21 de Marzo

09h00



17h00

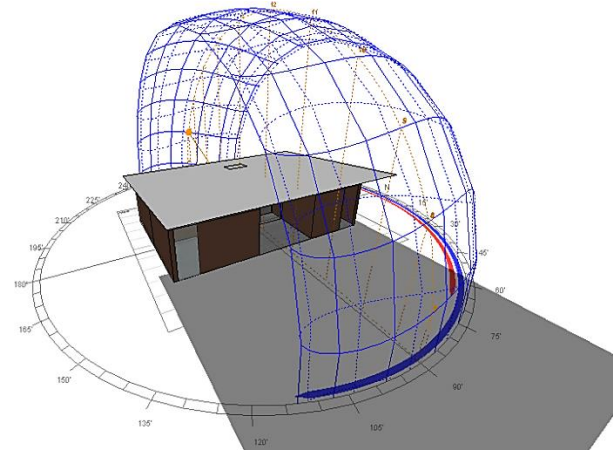
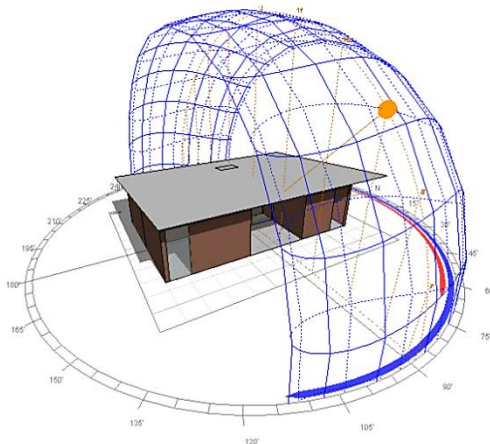


Figura 97. Gráficas de movimiento solar de la vivienda propuesta. Fuente: Ecotect.

Equinoccio del 21 de Septiembre

09h00



17h00

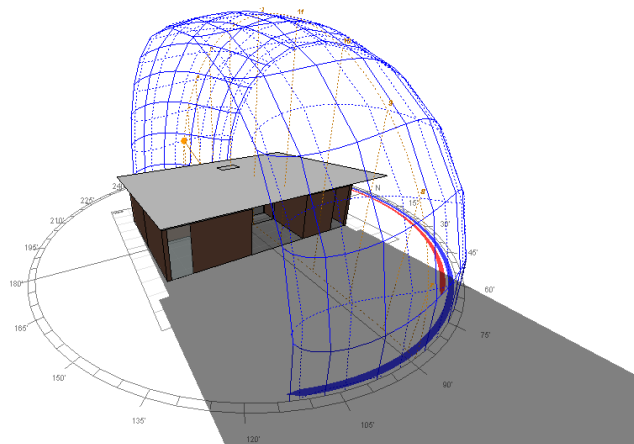


Figura 98. Gráficas de movimiento solar de la vivienda propuesta. Fuente: Ecotect.

Solsticio del 21 de Junio

09h00



17h00



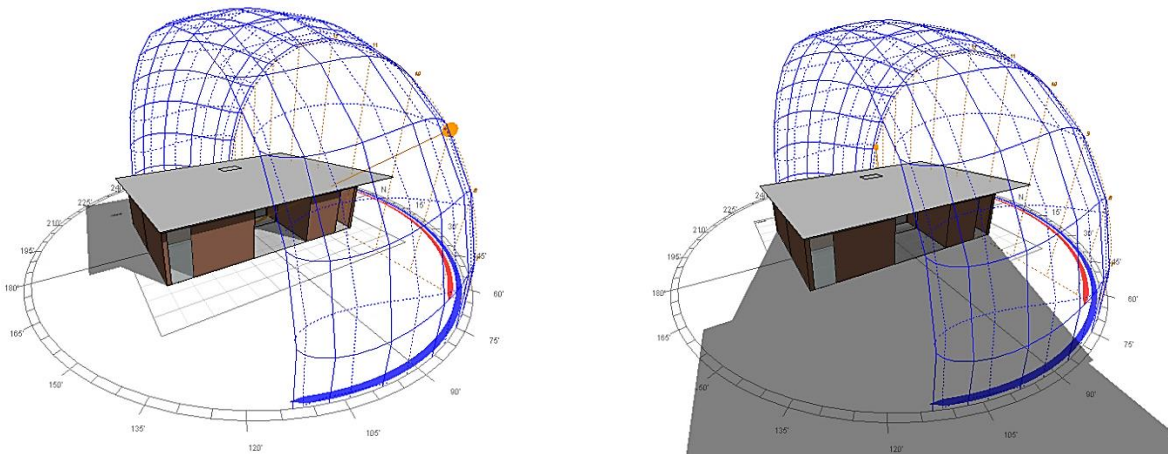


Figura 99. Gráficas de movimiento solar de la vivienda propuesta. Fuente: Ecotect.

Solsticio del 21 de Diciembre
09h00

17h00

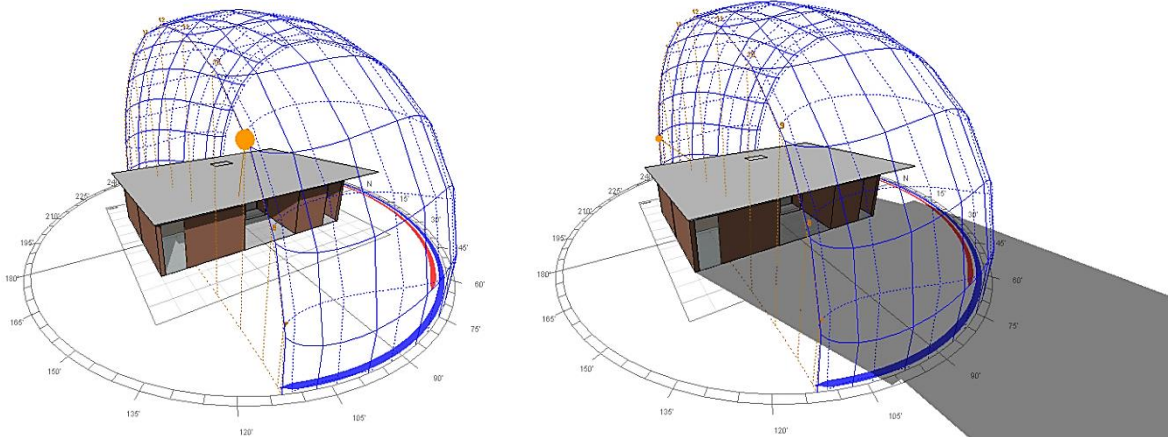


Figura 100. Gráficas de movimiento solar de la vivienda propuesta. Fuente: Ecotect.

5.10.2. Perfil de Temperatura por Hora

Equinoccio del 21 de Marzo

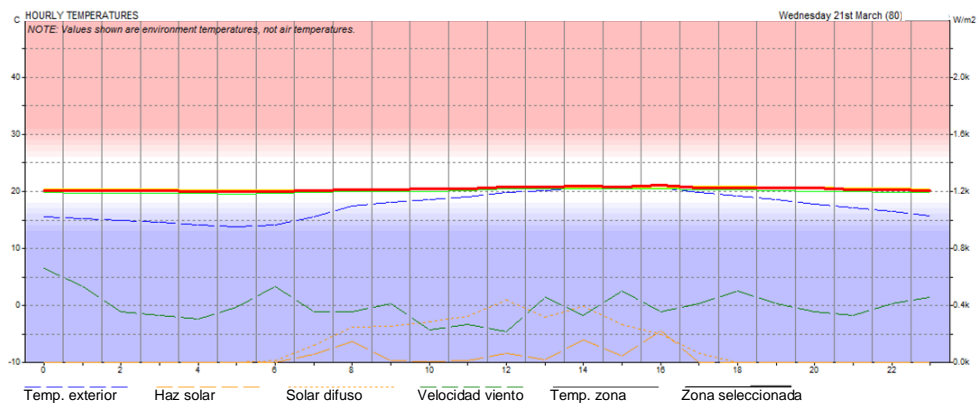


Figura 101. Perfil de temperatura por hora, Equinoccio del 21 de Marzo. Fuente: Ecotect.



Equinoccio del 21 de Septiembre

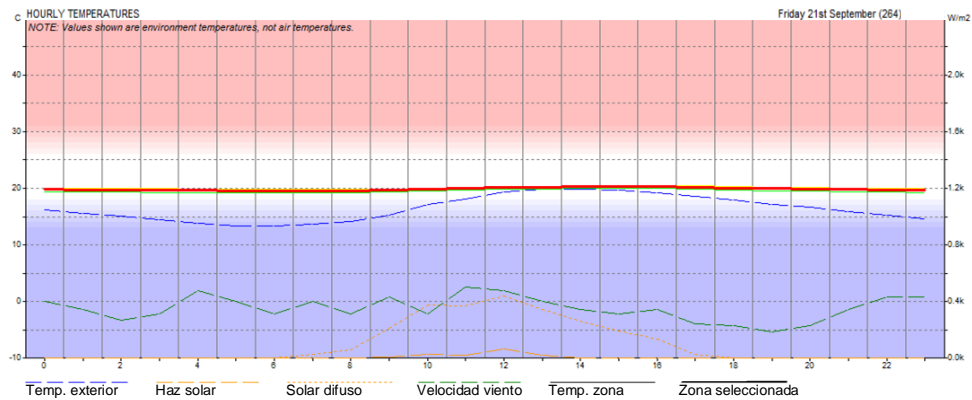


Figura 102. Perfil de temperatura por hora, Equinoccio del 21 de Septiembre. Fuente: Ecotect.

Solsticio del 21 de Junio

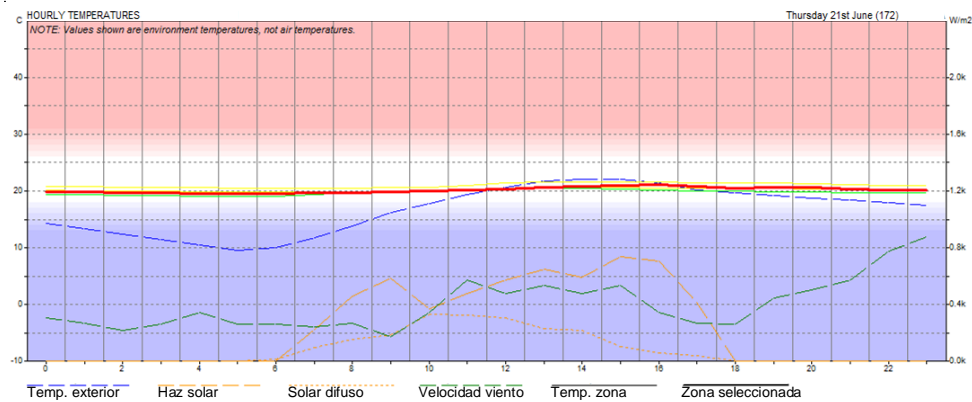


Figura 103. Perfil de temperatura por hora, Solsticio del 21 de Junio. Fuente: Ecotect.

Solsticio del 21 de Diciembre

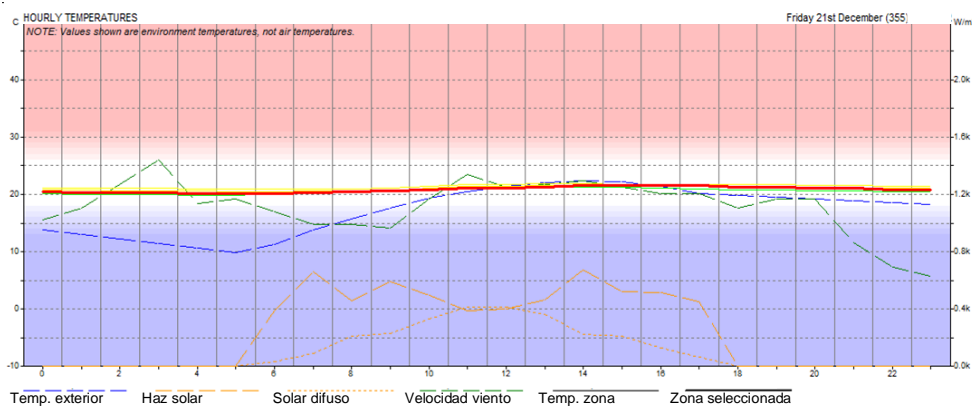


Figura 104. Perfil de temperatura por hora, Solsticio del 21 de Diciembre. Fuente: Ecotect.

5.10.3. Resultado del Perfil de Temperatura por Hora en los Días de los Equinoccios y Solsticios

- Zona de Confort 18°C - 26°C
- Vivienda Propuesta
- Zona. Área Habitación
- Zona. Área Servicio
- Zona. Área Social

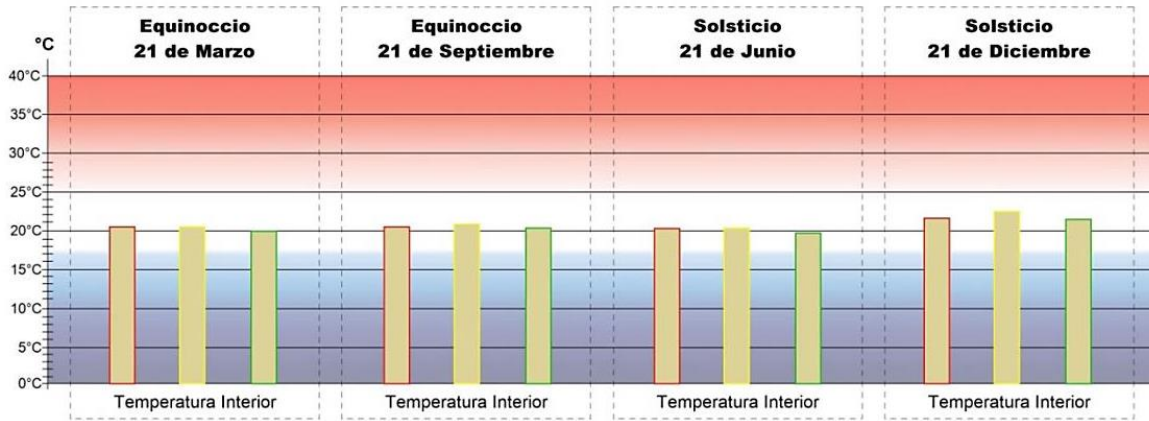


Figura 105. Gráfica de los promedios del perfil de temperatura de la vivienda propuesta en los días de los equinoccios y solsticios. Autor: Paúl Rivas Rivas.

Las gráficas del perfil de temperatura por hora, en los solsticios y equinoccios muestran que la vivienda propuesta en esta investigación se mantiene muy constante dentro de los rangos de 18°C – 26°C, el sistema constructivo propuesto tiene un buen desempeño en cuanto al confort interior. Por tanto podemos decir, que el confort que presenta la vivienda diseñada es mayor que el mostrado por las viviendas vernáculas.



Figura 106. Vivienda de bloques de concreto, vivienda vernácula y vivienda propuesta. Autor: Paúl Rivas Rivas.

Como se puede observar en la figura 105, que corresponde a las zonas térmicas de la vivienda, de manera general se puede concluir que las estrategias de diseño solar aplicadas han permitido conseguir temperaturas confortables en todos los casos del análisis, las cuales se mantienen relativamente constantes en el transcurso del día. Es importante recalcar que a pesar de que la temperatura externa varía constantemente en Azogues, al interior de la vivienda se logra mantener una fluctuación óptima para encontrarse en condiciones de bienestar térmico para el usuario, con lo cual dispondremos de temperaturas reguladas en el día y por la noche valores que eviten tener discomfort por frío, ya que estamos por encima de la media en las horas de la noche.

Las temperaturas por hora en los Solsticios y Equinoccios de la vivienda propuesta se pueden ver en el Anexo 4.



5.11. FACTOR ECONÓMICO

Para valorar un sistema constructivo, se analiza varios factores como su función, materiales, producción, puesta en obra, propiedades, acabado, resistencia, consumo energético, generación de escombros, etc., pero fundamentalmente se piensa en la economía y más aún si hablamos de vivienda social.

Este sistema constructivo puede ser elaborado de manera artesanal a pie de obra o de manera industrial en fábrica, debido a que utiliza herramientas básicas para su fabricación. Su formato es grande, lo cual acelera la colocación en obra, disminuye juntas de unión y facilita su aplicación, pues no requiere mano de obra especializada o muy costosa.

Su recubrimiento es opcional, debido a que su capa de revoque de tierra, es generada de manera que las fisuras producidas son nulas o mínimas.

Este sistema constructivo, no genera escombros, su consumo energético es mínimo y puede ser reciclado para nuevos usos, ya que utiliza materiales del medio (tierra, madera, piedra, fibras naturales, etc.).

En cuanto al costo, analizando el precio por m² de la vivienda propuesta frente a la vivienda que ofrece el MIDUVI y según los presupuestos realizados en esta investigación, observamos una diferencia considerable a favor de la edificación diseñada. Esta diferencia se refiere a una sola vivienda, pero si se piensa en una producción mayor de casas esta diferencia aumentaría aún más.

- Vivienda Propuesta, precio por m². —————→ **\$109.54**
- Vivienda MIDUVI, precio por m². —————→ **\$149.06**

Presupuesto de la vivienda del MIDUVI (42 m²).

Item	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
001	TRABAJOS PRELIMINARES				50.88
1,001	REPLANTEO Y NIVELACION	M2	42.76	1.19	50.88
2	ESTRUCTURAS DE HORMIGON				1,675.49
2,001	EXCAVACION CIMIENTOS	M3	5.90	7.36	43.42
2,002	HORMIGON CICLOPEO EN CIMIENTOS	M3	4.77	83.66	399.06
2,003	HORMIGON CICLOPEO EN PLINTOS	M3	1.13	83.66	94.54
2,001	CADENA INFERIOR				318.94
2,001,001	HORMIGON SIMPLE 210 KG/CM ² .	M3	0.84	128.28	107.76
2,001,002	ENCOFRADO RECTO.	M2	11.85	9.95	117.91
2,001,003	VIGAS ELECTROSOLDADAS (VIGAS TIPO V1)	ML	37.46	2.49	93.28
2,002	COLUMNAS				361.82
2,002,001	HORMIGON SIMPLE 210 KG/CM ²	M3	0.69	131.26	90.57
2,002,002	ENCOFRADO RECTO..	M2	15.50	12.52	194.06



2,002,003	VIGAS ELECTROSOLDADAS (VIGAS TIPO V1)	ML	31.00	2.49	77.19
2,003	VIGA SUPERIOR				420.18
2,003,001	HORMIGON SIMPLE 210 KG/CM ²	M3	1.02	131.26	133.89
2,003,002	ENCOFRADO RECTO..	M2	14.50	12.52	181.54
2,003,003	VIGAS ELECTROSOLDADAS (VIGAS TIPO V1)	ML	42.07	2.49	104.75
2,004	DINTEL PUERTAS				24.18
2,004,001	HORMIGON SIMPLE 210 KG/CM ²	M3	0.05	131.26	5.91
2,004,002	ENCOFRADO RECTO..	M2	1.05	12.52	13.15
2,004,003	ESCALERILLA ELECTROSOLDADA	ML	3.00	1.71	5.13
2,005	DINTEL VENTANAS				13.35
2,005,001	HORMIGON SIMPLE 210 KG/CM ²	M3	0.03	131.26	3.94
2,005,002	ENCOFRADO RECTO..	M2	0.54	12.52	6.76
2,005,003	ESCALERILLA ELECTROSOLDADA	ML	1.55	1.71	2.65
3	MAMPOSTERIA				1,009.08
3,001	MAMPOSTERIA DE BLOQUE (40x20x15 cm)incl. BANCO BAÑO	m2	79.33	12.72	1,009.08
4	CUBIERTA				886.18
4,001	CUBIERTA METALICA E=4MM, CON AISLAMIENTO POLIURETANO E=5MM (INCLUYE CUMBRERO)	M2	59.00	12.34	728.06
4,002	KIT CORREAS G80 x 40 x 15 x 1.5 CON PINTURA ANTICORROSIVA	M2	59.00	2.68	158.12
5	INSTALACIONES SANITARIAS Y AGUA POTABLE				271.95
5,001	INSTALACIONES DE AGUA	PTO	3.00	18.29	54.87
5,002	INSTALACIONES DE AGUA PARA DUCHA	PTO	1.00	21.34	21.34
5,003	INSTALACIONES DE DESAGUE PVC 50 mm	PTO	3.00	11.74	35.22
5,004	INSTALACIONES DE DESAGUE PVC 1100 mm	PTO	1.00	16.74	16.74
5,005	MESON DE COCINA (BLOQUE DE POMEZ)	M2	0.60	30.76	18.46
5,006	FREGADERO DE COCINA	U	1.00	31.15	31.15
5,007	INODORO BLANCO NACIONAL	U	1.00	57.21	57.21
5,008	LAVAMANOS BLANCO	U	1.00	31.33	31.33
5,009	REJILLA PARA PISO D=2"	U	1.00	5.63	5.63
6	INSTALACIONES ELECTRICAS				302.23
6,001	PUNTOS DE ILUMINACION	PTO	5.00	29.51	147.55
6,002	PUNTOS DE TOMA CORRIENTES	PTO	4.00	27.97	111.88
6,003	CAJA DE BREAKERS (4U) INCLUYE BREAKERS (2U)	U	1.00	30.39	30.39
6,004	ACOMETIDA PARA INSTALACION DE 220 V	PTO	1.00	12.41	12.41
7	CARPINTERIA HIERRO MADERA				677.66
7,001	PUERTA PRINCIPAL METALICA1 x 2.05 m	U	1.00	105.06	105.06
7,003	PUERTAS DE MADERA 1 x 2.05m	U	4.00	79.10	316.40
7,004	VENTANA DE HIERRO 0.90 x 0.95	U	4.00	53.84	215.36
7,005	VENTANA DE HIERRO 0.40 x 0.60	U	1.00	40.84	40.84
8	PISOS				478.71
8,001	REPLANTILLO DE PIEDRA e=15cm INC. VEREDA	M2	39.93	6.98	278.71
8,002	FUNDICION DE CONTRAPISO e=5cm FC=180 KG/CM2	M3	1.99	100.50	200.00
9	ENLUCIDO				150.25



9,001	ENLUCIDO INT. EXT	M2	21.65	6.94	150.25
10	CERAMICA				724.44
10,001	REVESTIMIENTO CERAMICO EN PAREDES	M2	8.12	11.43	92.81
10,002	EMBALDOSADO CERAMICO INCL. BANCO BAÑO	M2	39.65	15.93	631.62
11	PINTURA				28.30
11,001	PINTURA CAUCHO INT-EXT (dos manos) INCL. FONDO	M2	10.33	2.74	28.30
12	CERRAJERÍA				5.71
12,001	BARRA DE APOYO - ACERO INOXIDABLE 2" e=2mm	M2	0.60	9.52	5.71

Tabla 4. Presupuesto de vivienda del MIDUVI. Fuente: www.habitatyvivienda.gob.ec.

TOTAL \$6,280.87

Presupuesto de la vivienda propuesta (52m2).

Item	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
1	TRABAJOS PRELIMINARES				61.88
1	REPLANTEO Y NIVELACION	M2	52.00	1.19	61.88
2	ESTRUCTURAS DE HORMIGON				186.59
2	EXCAVACION CIMENTOS	M3	2.05	7.36	15.09
2	HORMIGON CICLOPEO EN CIMENTOS	M3	1.09	83.66	91.19
2	HORMIGON CICLOPEO EN PLINTOS	M3	0.96	83.66	80.31
3	CADENA				616.04
3	HORMIGON SIMPLE 210 KG/CM².	M3	1.15	128.28	147.52
3	ENCOFRADO RECTO.	M2	13.56	9.95	134.92
3	CADENA V5	U	16.00	20.85	333.60
4	COLUMNAS Y VIGAS				234.00
4	COLUMNAS MADERA (15cmx15cm)	U	10.00	9.00	90.00
4	VIGAS MADERA (15cm x 15cm)	U	16.00	9.00	144.00
5	CUBIERTA				1,280.60
5	TIRAS DE MADERA 4cmx4cm	U	22.00	3.00	66.00
5	CUBIERTA DE FIBROCEMENTO 1.20mx2.40m	M2	84.70	11.34	960.50
5	MADERA15X15cm COLOCACIÓN Y SUMINISTRO	M2	84.70	3.00	254.10
6	CANALON METALICO SEMICIRCULAR e=2mm	ML	10.40	10.22	106.29
6	MUROS				935.00
6	COLOCACIÓN PANELES DE BARRO 15cm	M2	85.00	8.00	680.00
6	PIEZAS MADERA COLOCACIÓN Y SUMINISTRO	M2	85.00	3.00	255.00
7	INSTALACIONES SANITARIAS Y AGUA POTABLE				271.95
7	INSTALACIONES DE AGUA	PTO	3.00	18.29	54.87
7	INSTALACIONES DE AGUA PARA DUCHA	PTO	1.00	21.34	21.34
7	INSTALACIONES DE DESAGUE PVC 50 mm	PTO	3.00	11.74	35.22
7	INSTALACIONES DE DESAGUE PVC 1100 mm	PTO	1.00	16.74	16.74
7	MESON DE COCINA (BLOQUE DE POMEZ)	M2	0.60	30.76	18.46
7	FREGADERO DE COCINA	U	1.00	31.15	31.15



7	INODORO BLANCO NACIONAL	U	1.00	57.21	57.21
7	LAVAMANOS BLANCO	U	1.00	31.33	31.33
7	REJILLA PARA PISO D=2"	U	1.00	5.63	5.63
8	INSTALACIONES ELECTRICAS				302.23
8	PUNTOS DE ILUMINACION	PTO	5.00	29.51	147.55
8	PUNTOS DE TOMA CORRIENTES	PTO	4.00	27.97	111.88
8	CAJA DE BREAKERS (4U) INCLUYE BREAKERS (2U)	U	1.00	30.39	30.39
8	ACOMETIDA PARA INSTALACION DE 220 V	PTO	1.00	12.41	12.41
9	CARPINTERIA HIERRO MADERA				967.55
9	PUERTA PRINCIPAL MADERA 1 x 2.1 m	U	1.00	84.50	84.50
9	PUERTAS DE MADERA 1 x 2.1m	U	3.00	79.10	237.30
9	VENTANA DE HIERRO (doble vidrio) 1 x 2.5 - 6 LINEAS	U	7.00	92.25	645.75
10	PISO				11.04
10	FUNDICION DE CONTRAPISO e=10cm FC=180 KG/CM2	M3	1.99	5.55	11.04
11	PISO DE LADRILLO				442.00
11	PISO DE LADRILLO 30x15cm	M2	52.00	8.50	442.00
12	CERRAJERÍA				5.71
12	BARRA DE APOYO - ACERO INOXIDABLE 2" e=2mm	M2	0.60	9.52	5.71
13	VARIOS				453.80
13	PLACAS ACERO CORTEN DE 25cmx25cm	U	50.00	3.00	150.00
13	CABLE DE ACERO 3/16	ML	105.00	0.44	46.20
13	GUARDACABOS 3/16	U	84.00	0.65	54.60
13	GRILLETES 3/16	U	84.00	0.75	63.00
13	TIRAS DE MADERA 6m x 15cm	U	20.00	7.00	140.00

Tabla 5. Presupuesto de la vivienda propuesta. Autor: Paúl Rivas Rivas.

TOTAL \$5,696.39

5.12. CONCLUSIÓN

Por tanto es factible desarrollar un sistema constructivo que incorpore la tecnología de un método tradicional como es el bahareque, en combinación con principios y conceptos de la arquitectura bioclimática, optimizando las propiedades y elementos del sistema original. Se obtiene por consiguiente un diseño de vivienda a partir del sistema del bahareque, que presenta un estudio del lugar en el cual está implantada la edificación. Al ser este sistema uno que parte de un sistema tradicional, el mismo se orienta en lo posible al uso de materiales locales. Fue de suma importancia además que a la par del proceso de diseño se piense en el lugar, en la gente y su cultura, ya que el sistema constructivo y la vivienda se plantean como una alternativa adicional en el campo de la construcción aplicada en nuestro medio.



El análisis con el programa Ecotect nos dice que los cambios de temperatura son mínimos en las zonas de la casa, logrando un entorno controlado y constante que se encuentra dentro de lo que se conoce como confort térmico, es decir que teóricamente dentro de los espacios que componen la vivienda, los ocupantes deberían tener unas condiciones térmicas confortables para habitar. Entendemos que el confort térmico logrado en la edificación está definido principalmente por los muros y su orientación en donde las aberturas captan la radiación necesaria. Además la cubierta cumple con la captación de calor todas las horas de sol pues no existe cielo raso y la radiación influye directamente en las zonas térmicas.

Por último, los costos obtenidos nos dice que al diseñar edificaciones según los criterios de la arquitectura bioclimática, aprovechando los recursos naturales disponibles como el sol, viento, materiales, etc., se ahorra en consumo de energía y se disminuye el impacto medioambiental. Ahorrando energía ahorramos dinero y vivimos de forma más sostenible.



CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES

El aporte principal de esta investigación es poner en manifiesto la necesidad de confort térmico en el espacio interior y la demostración experimental por medio de la revalorización del sistema constructivo del bahareque, reconstruir este sistema como una alternativa para la contemporaneidad.

Primeramente, se consigue analizar y evaluar el sistema tradicional en bahareque, conocer su aplicación y sus falencias en las viviendas existentes en Azogues, concretamente Cojitambo. Esta investigación nos ha demostrado que los sistemas de construcción en tierra fueron sostenibles a lo largo de la historia, superando todas las dificultades suscitadas, para caer en desuso en la época actual, que le restó su valor y la tildó de anticuada, acciones que no estuvieron nunca más alejadas de la realidad. La arquitectura vernácula o como se la conoce la arquitectura sin arquitectos, representa una parte de la identidad cultural de nuestro país. Muchas veces los profesionales de la rama de la arquitectura e ingeniería dejamos de lado este tipo de construcción, misma que demuestra un conjunto de mezclas de costumbres y culturas que han estado expuestos a un proceso histórico, que merece la pena conservar y seguir formando parte del patrimonio construido. Este método de construcción está desapareciendo con el pasar de los años, para ser sustituido por lo que se ha convertido en el tipo de construcción de mayor uso, la de bloques de concreto.

A través de la experimentación se propuso analizar este sistema constructivo de bahareque frente a los muros de bloques de concreto por medio del programa de cálculo Ecotect Analysis, que según este estudio es una buena herramienta primordial para poder apreciar el comportamiento térmico de un espacio. En esta investigación llegamos a la conclusión de que la vivienda de bahareque en comparación con la vivienda de bloques de concreto con diferencias considerables en los resultados y tomando en cuenta el clima de Azogues, su comportamiento térmico interior es mejor, creemos que este hubiera podido mejorar más, al ver las características del tamaño de ventanas en los cerramiento si las dimensiones de estos se perfilan de mayor metraje y orientados hacia el este y oeste, además de eliminar el cielo raso, creemos que daría una mayor captación del sol y por consecuente mejoraría el confort interior. Sumado a esta condición podríamos añadir que la tierra actúa mejor por su inercia térmica y tomando como referencia los dos sistemas constructivos que se compararon las viviendas de bahareque por sus propiedades en los materiales aportan un mayor porcentaje de confort y demuestra claramente un mejor comportamiento frente al bloque de concreto.

Con respecto a los resultados de la variación térmica entre los sistemas constructivos, las viviendas vernáculas siempre se mantuvieron más cerca del rango de confort establecido, para lo cual tuvo gran incidencia la capacidad que presenta la envolvente en las zonas identificadas (barro) para acumular calor y evitar pérdidas energéticas.



Diseñar una vivienda social no es pensar en diseñar una vivienda de mala calidad, es buscar un sistema constructivo adecuado que nos permita utilizar menos mano de obra y materiales locales que ayuden a ahorrar en el transporte de los mismos. El objetivo del diseño de la vivienda era lograr un sistema constructivo basado en el bahareque, amigable con el medioambiente, que facilite y economice la construcción, y que de cierto modo sus propiedades térmicas ayuden a que sea superior en temas de confort que el sistema constructivo de bloque, esto se hizo posible gracias al sistema constructivo logrado, introduciendo materiales actuales, sin modificar de manera drástica la estética tradicional de este sistema. Además fue de suma importancia analizar la zona donde se desea construir, antes de comenzar el proyecto, conocer las circunstancias del lugar para mejores resultados en la temperatura interior de la casa.

Por tanto en base a los estudios, análisis y pruebas realizados en esta investigación se puede concluir que un proceso de innovación a partir de un sistema tradicional es totalmente factible, ya que la ser métodos sólidos y veraces, presentan un gran potencial para dar lugar a nuevas alternativas en el campo de la construcción actual. De igual manera se puede notar que la construcción en tierra en general es un tema complejo y que necesita de estudios más profundos para potenciar este material, el cual como se ha visto presenta una gran cantidad de ventajas ambientales y económicas. La gama de alternativas para el mejoramiento de este sistema es extensa, por lo que invitamos a la experimentación práctica con materiales contemporáneos.

Finalmente creemos que la construcción de bahareque como parte de la arquitectura vernácula y popular de Azogues, no solo debe considerarse como tal y que solo sea preservada como parte del patrimonio cultural construido, es nuestro deber abogar para que esta técnica no desaparezca y pueda establecerse como modelo alternativo y sostenible de construcción en la actualidad, esta investigación podría ser un punto de partida a tomar en cuenta para futuras aplicaciones del bahareque, aquí se ha logrado un manejo suficiente en términos y conceptos que componen a la Arquitectura Sustentable, y que con conocimiento e imaginación, se puede lograr grandes cosas, entre ellas la capacidad de comprometerse a cuidar el medio ambiente a través de la Arquitectura Vernácula.



BIBLIOGRAFÍA

- Domingo Acosta. (2009). *ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION SOSTENIBLES*. Recuperado a partir de http://dearq.uniandes.edu.co/sites/default/files/articles/attachments/DeArq_04__Acosta_0.pdf
- David Augusto Yepez Tambaco. (2012). *Análisis de la arquitectura vernácula del Ecuador. Propuestas de una arquitectura contemporánea sustentable*. Universidad Politécnica de Catalunya, UPC, Barcelona. Recuperado a partir de <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/829/1/T-SENESCYT-0372.pdf>
- Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER). (2015). *EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES*. (p. www.iner.gob.ec). Ecuador: INER.
- Luis Gedeon. (2013). *CONFORT Y COMPORTAMIENTO TERMICO EN CERRAMIENTOS CON MATERIALES NATURALES*. Universidad Politécnica de Catalunya, UPC, Barcelona. Recuperado a partir de <https://mastersuniversitaris.upc.edu/aem/informacion-academica/2022-tesinas-finales-de-master/2012-13/TESINAGedenLuis.pdf>
- Gloria Zuleta Roa. (2011). *La Arquitectura en Tierra una Alternativa para la Construcción Sostenible.*, 1, NaN, 35–39.
- Irma Gabriela Canseco López. (2009). *Arquitectura Vernácula como base de la sustentabilidad*. Recuperado a partir de <http://horizontes18.com/wordpress/wp-content/uploads/2012/09/2-ArquitecturaVernacula.pdf>
- Bernard Rudofsky. (1964). *ARCHITECTURE WITHOUT ARCHITECTS*. New York.
- Jocelyn Tillería González. (2010). *La Arquitectura sin Arquitectos*.



- G. Cuitiño, A. Esteves, G. Maldonado, & R. Rotondaro. (2013). *Análisis de la transmitancia térmica y resistencia al impacto de los muros de bahareque.*, 67, 537, e063. Recuperado a partir de doi: <http://dx.doi.org/10.3989/ic.12.082>
- Edgardo Jonathan Suárez Domínguez, Yolanda Guadalupe Aranda Jiménez, Arturo Palcio Pérez, & Elena Izquierdo Kulich. (2014). *Modelo matemático para la descripción de la transferencia de calor para tierra vertida.*, 6 (2), 2014.
- García-Alvarado, R, González, A., Bustamante, W., Bobadilla, A., & Muñoz, C. (2012). *Características relevantes de la simulación energética de viviendas unifamiliares.*, 66, 533, e005. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3989/ic.12.108>
- Rodolfo Jiménez C. (2016). *ORDENAMIENTO METODOLÓGICO DEL PROCESO DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO*. Chile.
- Rafael Serra Florensa, & Helena Coch Roura. (2000). *Arquitectura y Energía Natural*. Barcelona: EDICIONES UPC. Recuperado a partir de <http://ecocosas.com/wpcontent/uploads/Biblioteca/Arquitectura/Arquitectura%20y%20energia%20natural.pdf>
- Edison Lafebre M. (2013). *Arquitectura Vernácula en el Ecuador*. Recuperado a partir de <http://www.construaprende.com/docs/trabajos/315-arquitectura-vernacula-ecuador>
- Gernot Minke. (2005). *Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra*. En *Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra*. Alemania.
- María Paz Pesántes Moyano. (2012). *Confort térmico en el área social de una vivienda unifamiliar en Cuenca Ecuador*. Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Andrea Neira Pesántez. (2015). *Acondicionamiento térmico en espacios interiores de viviendas, usando la energía solar*. Cuenca.
- Juan Pablo Toledo Espejo. (2011). *Análisis del confort térmico en el proceso de diseño arquitectónico*. Aplicación software Ecotect. Universidad Técnica Particular de Loja, Loja.



- Edgar Gárate Peralta, & José Morales Loyola. (2016). *Propuesta de un panel industrializado a partir del mejoramiento del bahareque*. Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Jessica Pinos, & Teresa Baculima. (2014). *Recuperación del sistema constructivo en la técnica del bahareque en la contemporaneidad*. Cuenca.
- Juan Borges Ramos. (2010). *CONSTRUCCIÓN EN TIERRA: ENSAYOS DE CAMPO.pdf*.
- Ximena Cordero, & Vanessa Guillén. (2013). *Diseño y validación de vivienda bioclimática para la ciudad de Cuenca*, Cuenca.
- María Paz Pesántes Moyano. (2012). *Confort termico en el área social de una vivienda unifamiliar en Cuenca Ecuador*. Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Gómez, J. (2010). “*Vivienda efímera urbana ¿Arquitectura Vernácula?* DEARQ: Revista de Arquitectura de la Universidad de los Andes, núm. 7, diciembre, p. 136-143. Recuperado de: http://dearq.uniandes.edu.co/sites/default/files/articulos/attachments/dearq_07_-_11_gomez.pdf.
- Johanna Velepucha Mora. (2014). *PROPUESTA SISTENTABLE, APLICADA A UNA VIVIENDA SALUDABLE*. Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Pedrosa, J. C. (2013). “*La arquitectura popular como modelo de edificación sostenible*. El ejemplo de la tierra de campos. Observatorio medio ambiental. Vol.16, p.185.
- Landa Contreras, Segura Contreras. (2017). *Algunas reflexiones sobre la “Arquitectura Vernácula”*. Cuadernos de Arquitectura Año 07 N°07 Abril 2017.
- Barbeta, G. (2002). *Propiedades de la Tierra como Material de Construcción (Tesis doctoral)*. Universidad Politécnica de Catalunya.
- Marco Eber Cruz Díaz. (2012). *El Significado de la Vivienda Vernácula*.
- Pesántez, M. (2005). *La Cabuya en los Revoques*.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
MAESTRÍA EN ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA, Primera Cohorte

ANEXOS.

ANEXO 1. Fichas de análisis de las viviendas vernáculas escogidas para la investigación.

FICHA DE ANÁLISIS VIVIENDA 1		
Ubicación 		
Provincia	Materiales	
Cañar	Cimiento	Piedra
Cantón Azogues	Estructura	Madera
	Relleno	Piedra
Parroquia Cojitambo	Revestimiento	Barro y paja
	Cubierta	Teja
Zona	Dimensionamiento	
Rural	Cimiento	0.7m - 1.1m
Edad 95 años	Columnas	0.15m x 0.15m
	Interdistancia	1.60m -1.45m - 1.15m
Altura Un piso	Altura	2.15m
	Soleras	0.15m x 0.15m
Uso Vivienda	Vigas	0.15m x 0.15m
	Interdistancia	0.83m
Estado Regular	Alero	0.80m
	Pendiente	35%
Ocupación Deshabitada	Ventanas	0.65m x 0.75m
	Puertas	1m x 1.75m

Figura 107. Ficha de análisis de la vivienda vernácula 1. Autor: Paúl Rivas Rivas.

FICHA DE ANÁLISIS VIVIENDA 2		
Ubicación 		
Provincia	Materiales	
Cañar	Cimiento	Piedra
Cantón Azogues	Estructura	Madera
	Relleno	Piedra
Parroquia Cojitambo	Revestimiento	Barro y paja
	Cubierta	Teja
Zona	Dimensionamiento	
Rural	Cimiento	0.40m
Edad 128 años	Columnas	0.15m x 0.15m
	Interdistancia	1.80m - 1.60m - 1.20m
Altura Un piso	Altura	2.35m
	Soleras	0.15m x 0.15m
Uso Vivienda	Vigas	0.15m x 0.15m
	Interdistancia	0.87m
Estado Regular	Alero	0.90m
	Pendiente	30%
Ocupación Deshabitada	Ventanas	0.50m x 0.50m
	Puertas	1.35m x 2.10m

Figura 108. Ficha de análisis de la vivienda vernácula 2. Autor: Paúl Rivas Rivas.

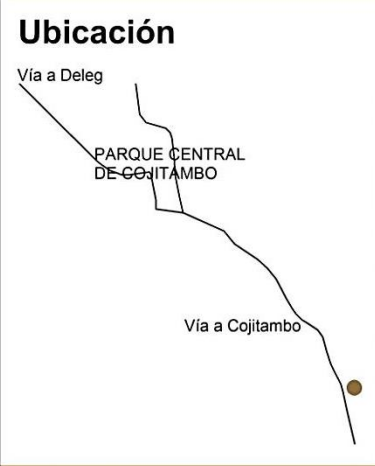
FICHA DE ANÁLISIS VIVIENDA 3		
Ubicación  		
Provincia	Materiales	
Cañar	Cimiento	Piedra
Cantón	Estructura	Madera
Azogues	Relleno	Sin relleno
Parroquia	Revestimiento	Barro y paja
Cojitambo	Cubierta	Teja
Zona	Dimensionamiento	
Rural	Cimiento	0.75m - 1.95m
Edad	Columnas	0.15m x 0.15m
117 años	Interdistancia	1.80m - 1.60m - 1.20m
Altura	Altura	1.95m
Un piso	Soleras	0.15m x 0.15m
Uso	Vigas	0.15m x 0.15m
Vivienda	Interdistancia	0.75m
Estado	Alero	0.80m
Regular	Pendiente	30%
Ocupación	Ventanas	0.50m x 0.50m
Deshabitada	Puertas	1x1.75m y 0.9x1.75m

Figura 109. Ficha de análisis de la vivienda vernácula 3. Autor: Paúl Rivas Rivas.

**ANEXO 2.** Temperaturas por hora en los días de los Equinoccios y Solsticios de las viviendas de bahareque y las de bloques de concreto.

- Valores en el día del Equinoccio del 21 de Marzo.

Vivienda 1 - Zona 1.

Bahareque

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	17.5	13.7
1	17.3	12.9
2	17.2	12.1
3	17	11.4
4	16.8	10.6
5	16.6	9.9
6	16.4	10.2
7	16.5	12.3
8	16.6	15.4
9	16.7	17
10	17	18
11	18.2	19.4
12	19.5	20.2
13	19.3	20
14	19.6	20.1
15	20.1	20
16	20.4	19.5
17	19.4	18.3
18	19.5	17.4
19	19.4	16.5
20	19.1	15.6
21	18.2	14.8
22	18	13.9
23	17.7	13
	18.08	15.51

Bloques de concreto

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	15.7	13.7
1	15.5	12.9
2	15.2	12.1
3	14.9	11.4
4	14.7	10.6
5	14.5	9.9
6	14.3	10.2
7	14.1	12.3
8	14.1	15.4
9	14	17
10	14.1	18
11	14.3	19.4
12	14.6	20.2
13	15.1	20
14	15.4	20.1
15	16.3	20
16	16.9	19.5
17	17.2	18.3
18	16.9	17.4
19	17	16.5
20	17	15.6
21	16.9	14.8
22	16.3	13.9
23	16.1	13
	15.46	15.51

Tabla 6. Valores de la temperatura por hora de la vivienda 1- zona 1 en el equinoccio del 21 de Marzo. Construcción de bahareque vs bloques de concreto. Fuente: Ecotect.

Vivienda 1 - Zona 2.

Bahareque

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	18.2	13.7
1	18	12.9
2	17.9	12.1
3	17.8	11.4
4	17.6	10.6
5	17.4	9.9
6	17.3	10.2
7	17.2	12.3
8	17.2	15.4
9	17.3	17
10	17.4	18
11	18.7	19.4
12	20.1	20.2
13	19.7	20
14	19.8	20.1

Bloques de concreto

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	15.8	13.7
1	15.6	12.9
2	15.3	12.1
3	15	11.4
4	14.8	10.6
5	14.6	9.9
6	14.5	10.2
7	14.3	12.3
8	14.2	15.4
9	14.1	17
10	14.2	18
11	14.2	19.4
12	14.5	20.2
13	15.1	20
14	15.4	20.1



15	20.3	20	15	16.3	20
16	20.4	19.5	16	16.9	19.5
17	19.9	18.3	17	17.1	18.3
18	20	17.4	18	17	17.4
19	19.9	16.5	19	17.1	16.5
20	19.8	15.6	20	17	15.6
21	18.9	14.8	21	17	14.8
22	18.7	13.9	22	16.4	13.9
23	18.4	13	23	16.2	13
	18.66	15.51		15.53	15.51

Tabla 7. Valores de la temperatura por hora de la vivienda 1- zona 2 en el equinoccio del 21 de Marzo.
Construcción de bahareque vs bloques de concreto. Fuente: Ecotect.

Vivienda 2 - Zona 1.

Bahareque

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	19.3	12.9
1	19.1	11.8
2	18.7	10.8
3	18.5	9.5
4	18.3	8.2
5	18	6.9
6	17.8	7.1
7	17.9	9.7
8	17.8	12.5
9	17.6	15.1
10	17.6	17.5
11	20	19.5
12	20.8	21
13	21.3	22
14	21.3	22.5
15	21.1	22.5
16	20.6	21.7
17	20.8	20.1
18	20.9	18.1
19	20.8	17
20	20.5	15.8
21	20.1	14.7
22	19.5	13.5
23	19.3	12.4
	19.48	15.12

Bloques de concreto

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	17.2	12.9
1	16.9	11.8
2	16.8	10.8
3	16.6	9.5
4	16.3	8.2
5	16	6.9
6	15.7	7.1
7	15.6	9.7
8	15.4	12.5
9	15	15.1
10	15.1	17.5
11	16.9	19.5
12	18.8	21
13	18.2	22
14	18.3	22.5
15	19	22.5
16	19.3	21.7
17	19	20.1
18	19.2	18.1
19	19.1	17
20	18.9	15.8
21	18.3	14.7
22	18	13.5
23	17.7	12.4
	17.39	15.12

Tabla 8. Valores de la temperatura por hora de la vivienda 2- zona 1 en el equinoccio del 21 de Marzo.
Construcción de bahareque vs bloques de concreto. Fuente: Ecotect.

Vivienda 2 - Zona 2.

Bahareque

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	17.1	12.9
1	16.8	11.8
2	16.5	10.8
3	16.2	9.5
4	15.9	8.2
5	15.6	6.9
6	15.3	7.1
7	15.2	9.7
8	15.1	12.5

Bloques de concreto

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	16.5	12.9
1	16.3	11.8
2	16.1	10.8
3	15.9	9.5
4	15.5	8.2
5	15.2	6.9
6	14.8	7.1
7	14.6	9.7
8	14.4	12.5



9	15	15.1	9	14.2	15.1
10	15.2	17.5	10	14.4	17.5
11	16.2	19.5	11	15.3	19.5
12	17	21	12	16.6	21
13	17.7	22	13	17.3	22
14	18.5	22.5	14	17.9	22.5
15	19.2	22.5	15	18.8	22.5
16	19.4	21.7	16	19.5	21.7
17	19.9	20.1	17	19	20.1
18	20.2	18.1	18	19.2	18.1
19	20.4	17	19	19.2	17
20	20.2	15.8	20	19	15.8
21	19.5	14.7	21	17.8	14.7
22	17.5	13.5	22	17.4	13.5
23	17.2	12.4	23	17	12.4
	17.37	15.12		16.75	15.12

Tabla 9. Valores de la temperatura por hora de la vivienda 2- zona 2 en el equinoccio del 21 de Marzo.
Construcción de bahareque vs bloques de concreto. Fuente: Ecotect.

Vivienda 3 - Zona 1.

Bahareque

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	17.9	13.7
1	17.7	12.9
2	17.6	12.1
3	17.5	11.4
4	17.3	10.6
5	17.1	9.9
6	17	10.2
7	16.9	12.3
8	16.9	15.4
9	16.8	17
10	16.9	18
11	18.3	19.4
12	19.6	20.2
13	19.2	20
14	19.3	20.1
15	19.8	20
16	19.9	19.5
17	19.5	18.3
18	19.7	17.4
19	19.7	16.5
20	19.6	15.6
21	18.6	14.8
22	18.4	13.9
23	18.1	13
	18.3	15.51

Bloques de concreto

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	16.8	13.7
1	16.5	12.9
2	16.3	12.1
3	16.2	11.4
4	15.8	10.6
5	15.5	9.9
6	15.1	10.2
7	14.9	12.3
8	14.6	15.4
9	14.3	17
10	14.4	18
11	16.2	19.4
12	18	20.2
13	17.9	20
14	18.1	20.1
15	19	20
16	19.4	19.5
17	19	18.3
18	19.3	17.4
19	19.4	16.5
20	19.3	15.6
21	18.1	14.8
22	17.7	13.9
23	17.3	13
	17.05	15.51

Tabla 10. Valores de la temperatura por hora de la vivienda 3- zona 1 en el equinoccio del 21 de Marzo.
Construcción de bahareque vs bloques de concreto. Fuente: Ecotect.

Vivienda 3 - Zona 2.

Bahareque

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	18.7	13.7
1	18.5	12.9
2	18.4	12.1

Bloques de concreto

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	17.1	13.7
1	16.9	12.9
2	16.7	12.1



3	18.3	11.4	3	16.6	11.4
4	18.2	10.6	4	16.3	10.6
5	18	9.9	5	16	9.9
6	17.9	10.2	6	15.8	10.2
7	17.8	12.3	7	15.6	12.3
8	18	15.4	8	15.5	15.4
9	18.2	17	9	15.5	17
10	18.1	18	10	15.5	18
11	19	19.4	11	16.7	19.4
12	20	20.2	12	18	20.2
13	19.8	20	13	18	20
14	19.9	20.1	14	18.2	20.1
15	20.3	20	15	18.9	20
16	20.4	19.5	16	19.3	19.5
17	20	18.3	17	18.9	18.3
18	20.1	17.4	18	19.1	17.4
19	20.1	16.5	19	19.1	16.5
20	20	15.6	20	19	15.6
21	19.2	14.8	21	18.1	14.8
22	19	13.9	22	17.8	13.9
23	18.8	13	23	17.5	13
	19.03	15.51		17.34	15.51

Tabla 11. Valores de la temperatura por hora de la vivienda 3- zona 2 en el equinoccio del 21 de Marzo. Construcción de bahareque vs bloques de concreto. Fuente: Ecotect.

- Valores en el día del Equinoccio del 21 de Septiembre.

Vivienda 1 - Zona 1.

Bahareque

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	16.1	10.6
1	15.7	9.6
2	15.4	8.6
3	15.1	7.5
4	14.9	6.5
5	14.6	5.5
6	14.4	5.9
7	14.4	8.5
8	14.4	11.3
9	14.4	14.2
10	14.7	16.7
11	16	18.8
12	17.2	20.3
13	18.1	21.2
14	18.8	21.5
15	19.3	21.2
16	19.3	20.1
17	19.2	18.1
18	19.1	16.9
19	19.2	15.6
20	18.8	14.4
21	17.5	13.1
22	16.8	11.9
23	16.5	10.6
	16.66	13.69

Bloques de concreto

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	15.5	10.6
1	14.9	9.6
2	14.5	8.6
3	14.1	7.5
4	13.5	6.5
5	13.1	5.5
6	12.7	5.9
7	12.4	8.5
8	12.1	11.3
9	11.8	14.2
10	12	16.7
11	13.5	18.8
12	15	20.3
13	16.1	21.2
14	17	21.5
15	17.8	21.2
16	18.3	20.1
17	18.7	18.1
18	19	16.9
19	19.2	15.6
20	18.8	14.4
21	17.5	13.1
22	16.8	11.9
23	16.3	10.6
	15.44	13.69

Tabla 12. Valores de la temperatura por hora de la vivienda 1- zona 1 en el equinoccio del 21 de Septiembre. Construcción de bahareque vs bloques de concreto. Fuente: Ecotect.



Vivienda 1 - Zona 2.

Bahareque

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	17.2	10.6
1	16.9	9.6
2	16.6	8.6
3	16.4	7.5
4	16.1	6.5
5	15.9	5.5
6	15.7	5.9
7	15.6	8.5
8	15.5	11.3
9	15.5	14.2
10	15.7	16.7
11	17	18.8
12	18.2	20.3
13	19	21.2
14	19.4	21.5
15	19.6	21.2
16	19.5	20.1
17	19.9	18.1
18	20.1	16.9
19	20.1	15.6
20	19.8	14.4
21	18.6	13.1
22	17.9	11.9
23	17.6	10.6
	17.66	13.69

Bloques de concreto

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	15.9	10.6
1	15.4	9.6
2	15	8.6
3	14.6	7.5
4	14.1	6.5
5	13.6	5.5
6	13.2	5.9
7	12.8	8.5
8	12.5	11.3
9	12.2	14.2
10	12.4	16.7
11	14.1	18.8
12	15.6	20.3
13	16.7	21.2
14	17.4	21.5
15	18	21.2
16	18.3	20.1
17	19	18.1
18	19.5	16.9
19	19.7	15.6
20	19.4	14.4
21	18	13.1
22	17.1	11.9
23	16.7	10.6
	15.88	13.69

Tabla 13. Valores de la temperatura por hora de la vivienda 1- zona 2 en el equinoccio del 21 de Septiembre. Construcción de bahareque vs bloques de concreto. Fuente: Ecotect.

Vivienda 2 - Zona 1.

Bahareque

0	15.6	10.6
1	15.4	9.6
2	15.2	8.6
3	14.9	7.5
4	14.7	6.5
5	14.4	5.5
6	14.1	5.9
7	14	8.5
8	14	11.3
9	14	14.2
10	14.2	16.7
11	15.1	18.8
12	16	20.3
13	16.8	21.2
14	17.6	21.5
15	18.2	21.2
16	18.4	20.1
17	18.8	18.1
18	19.2	16.9
19	19.2	15.6
20	18.8	14.4
21	17.3	13.1
22	16.5	11.9

Bloques de concreto

0	14.5	10.6
1	14.4	9.6
2	14.3	8.6
3	14.1	7.5
4	14	6.5
5	13.8	5.5
6	13.7	5.9
7	13.7	8.5
8	13.7	11.3
9	13.7	14.2
10	13.9	16.7
11	14	18.8
12	14.4	20.3
13	14.8	21.2
14	14.7	21.5
15	14.9	21.2
16	15.1	20.1
17	15	18.1
18	15	16.9
19	14.9	15.6
20	15	14.4
21	14.7	13.1
22	14.5	11.9



23	16.1	10.6	23	14.5	10.6
	16.19	13.69		14.39	13.69

Tabla 14. Valores de la temperatura por hora de la vivienda 2- zona 1 en el equinoccio del 21 de Septiembre.

Construcción de bahareque vs bloques de concreto. Fuente: Ecotect

Vivienda 2 - Zona 2.

Bahareque

0	16.1	10.6
1	16	9.6
2	15.8	8.6
3	15.7	7.5
4	15.6	6.5
5	15.4	5.5
6	15.3	5.9
7	15.3	8.5
8	15.3	11.3
9	15.2	14.2
10	15.3	16.7
11	15.9	18.8
12	16.5	20.3
13	16.8	21.2
14	16.8	21.5
15	17.8	21.2
16	17.7	20.1
17	17.6	18.1
18	17.8	16.9
19	17.6	15.6
20	17.5	14.4
21	17	13.1
22	16.8	11.9
23	16.7	10.6
	16.4	13.69

Bloques de concreto

	15.4	10.6
	15.3	9.6
	15.2	8.6
	15.1	7.5
	15	6.5
	14.9	5.5
	14.9	5.9
	14.8	8.5
	14.7	11.3
	14.6	14.2
	14.8	16.7
	14.9	18.8
	15.3	20.3
	15.6	21.2
	15.4	21.5
	15.7	21.2
	15.9	20.1
	15.8	18.1
	15.8	16.9
	15.7	15.6
	15.7	14.4
	15.5	13.1
	15.4	11.9
	15.4	10.6
	15.28	13.69

Tabla 15. Valores de la temperatura por hora de la vivienda 2- zona 2 en el equinoccio del 21 de Septiembre.

Construcción de bahareque vs bloques de concreto. Fuente: Ecotect.

Vivienda 3 - Zona 1.

Bahareque

0	16.8	10.6
1	16.5	9.6
2	16.2	8.6
3	16	7.5
4	15.8	6.5
5	15.5	5.5
6	15.3	5.9
7	15.2	8.5
8	15.1	11.3
9	15	14.2
10	15.1	16.7
11	16.5	18.8
12	17.7	20.3
13	18.5	21.2
14	18.8	21.5
15	18.8	21.2
16	18.7	20.1
17	19.1	18.1
18	19.7	16.9

Bloques de concreto

0	15.6	10.6
1	15.1	9.6
2	14.7	8.6
3	14.3	7.5
4	13.8	6.5
5	13.3	5.5
6	12.9	5.9
7	12.4	8.5
8	12.1	11.3
9	11.7	14.2
10	11.8	16.7
11	13.6	18.8
12	15.3	20.3
13	16.5	21.2
14	17.2	21.5
15	17.8	21.2
16	18.1	20.1
17	18.8	18.1
18	19.6	16.9



19	20	15.6	19	20	15.6
20	19.8	14.4	20	19.7	14.4
21	18.3	13.1	21	18	13.1
22	17.5	11.9	22	17	11.9
23	17.2	10.6	23	16.5	10.6
	17.21	13.69		15.66	13.69

Tabla 16. Valores de la temperatura por hora de la vivienda 3 - zona 1 en el equinoccio del 21 de Septiembre. Construcción de bahareque vs bloques de concreto. Fuente: Ecotect.

Vivienda 3 - Zona 2.

Bahareque			Bloques de concreto		
0	17.4	10.6	0	15.8	10.6
1	17.2	9.6	1	15.4	9.6
2	17	8.6	2	15.1	8.6
3	16.8	7.5	3	14.8	7.5
4	16.6	6.5	4	14.4	6.5
5	16.4	5.5	5	14	5.5
6	16.2	5.9	6	13.7	5.9
7	16.1	8.5	7	13.4	8.5
8	16.3	11.3	8	13.2	11.3
9	16.4	14.2	9	13.1	14.2
10	16.6	16.7	10	13.3	16.7
11	17.5	18.8	11	14.6	18.8
12	18.4	20.3	12	15.7	20.3
13	18.9	21.2	13	16.6	21.2
14	19.3	21.5	14	17.3	21.5
15	19.5	21.2	15	17.9	21.2
16	19.5	20.1	16	18.1	20.1
17	19.6	18.1	17	18.6	18.1
18	19.8	16.9	18	19	16.9
19	20	15.6	19	19.2	15.6
20	19.8	14.4	20	19	14.4
21	18.7	13.1	21	17.7	13.1
22	18	11.9	22	16.9	11.9
23	17.8	10.6	23	16.5	10.6
	17.91	13.69		15.97	13.69

Tabla 17. Valores de la temperatura por hora de la vivienda 3 - zona 2 en el equinoccio del 21 de Septiembre. Construcción de bahareque vs bloques de concreto. Fuente: Ecotect.

- Valores en el día del Solsticio del 21 de Junio.

Vivienda 1 - Zona 1.

Bahareque			Bloques de concreto		
HORA	ADENTRO	AFUERA	HORA	ADENTRO	AFUERA
0	18	14.3	0	17.3	14.3
1	17.9	13.8	1	17.1	13.8
2	17.7	13.3	2	16.8	13.3
3	17.5	12.8	3	16.6	12.8
4	17.4	12.3	4	16.3	12.3
5	17.2	11.8	5	16	11.8
6	17.1	12	6	15.8	12
7	17.1	13.3	7	15.7	13.3
8	17.1	13.7	8	15.5	13.7
9	17.2	15.1	9	15.4	15.1
10	17.4	16.6	10	15.6	16.6
11	17.9	17.4	11	16.2	17.4



12	18	18.5	12	16.2	18.5
13	18.9	19.2	13	17.1	19.2
14	19.5	19.7	14	17.9	19.7
15	19.7	19.9	15	18.4	19.9
16	19.9	19.4	16	18.7	19.4
17	19.9	18.6	17	19	18.6
18	19.8	18	18	19.1	18
19	19.8	17.5	19	19.3	17.5
20	19.2	16.9	20	18.8	16.9
21	18.8	16.3	21	18.4	16.3
22	18.5	15.8	22	18.1	15.8
23	18.4	15.2	23	18	15.2
	18.33	15.89		17.22	15.89

Tabla 18. Valores de la temperatura por hora de la vivienda 1 - zona 1 en el solsticio del 21 de Junio. Construcción de bahareque vs bloques de concreto. Fuente: Ecotect.

Vivienda 1 - Zona 2.

Bahareque

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	18.7	14.3
1	18.5	13.8
2	18.4	13.3
3	18.2	12.8
4	18.1	12.3
5	18	11.8
6	17.9	12
7	17.9	13.3
8	17.8	13.7
9	17.8	15.1
10	18	16.6
11	18.4	17.4
12	18.4	18.5
13	19.2	19.2
14	19.8	19.7
15	19.9	19.9
16	20.3	19.4
17	20.3	18.6
18	20.3	18
19	20.6	17.5
20	19.7	16.9
21	19.4	16.3
22	19.1	15.8
23	19	15.2
	18.9	15.89

Bloques de concreto

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	17.6	14.3
1	17.3	13.8
2	17.1	13.3
3	16.8	12.8
4	16.5	12.3
5	16.3	11.8
6	16.1	12
7	15.9	13.3
8	15.7	13.7
9	15.6	15.1
10	15.7	16.6
11	16.4	17.4
12	16.4	18.5
13	17.3	19.2
14	18.1	19.7
15	18.4	19.9
16	18.9	19.4
17	19.2	18.6
18	19.4	18
19	19.8	17.5
20	19	16.9
21	18.6	16.3
22	18.3	15.8
23	18.1	15.2
	17.44	15.89

Tabla 19. Valores de la temperatura por hora de la vivienda 1 - zona 2 en el solsticio del 21 de Junio. Construcción de bahareque vs bloques de concreto. Fuente: Ecotect.

Vivienda 2 - Zona 1.

Bahareque

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	19.1	14.3
1	19	13.8
2	18.9	13.3
3	18.8	12.8
4	18.6	12.3
5	18.5	11.8

Bloques de concreto

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	17.6	14.3
1	17.4	13.8
2	17.2	13.3
3	16.9	12.8
4	16.7	12.3
5	16.5	11.8



6	18.4	12	6	16.3	12
7	18.4	13.3	7	16.1	13.3
8	18.3	13.7	8	15.9	13.7
9	18.3	15.1	9	15.7	15.1
10	18.3	16.6	10	15.8	16.6
11	18.8	17.4	11	16.5	17.4
12	18.7	18.5	12	16.4	18.5
13	19.4	19.2	13	17.3	19.2
14	20	19.7	14	18	19.7
15	20	19.9	15	18.2	19.9
16	20.4	19.4	16	18.8	19.4
17	20.4	18.6	17	19.1	18.6
18	20.4	18	18	19.2	18
19	20.4	17.5	19	19.2	17.5
20	19.9	16.9	20	18.9	16.9
21	19.7	16.3	21	18.5	16.3
22	19.5	15.8	22	18.3	15.8
23	19.4	15.2	23	18.2	15.2
	19.23	15.89		17.45	15.89

Tabla 20. Valores de la temperatura por hora de la vivienda 2 - zona 1 en el solsticio del 21 de Junio. Construcción de bahareque vs bloques de concreto. Fuente: Ecotect.

Vivienda 2 - Zona 2.

Bahareque

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	18.1	14.3
1	18	13.8
2	17.8	13.3
3	17.7	12.8
4	17.5	12.3
5	17.4	11.8
6	17.3	12
7	17.2	13.3
8	17.2	13.7
9	17.1	15.1
10	17.3	16.6
11	17.7	17.4
12	17.8	18.5
13	18.6	19.2
14	19.2	19.7
15	19.4	19.9
16	19.9	19.4
17	19.9	18.6
18	20	18
19	20.3	17.5
20	19.3	16.9
21	18.9	16.3
22	18.6	15.8
23	18.5	15.2
	18.36	15.89

Bloques de concreto

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	17.3	14.3
1	17.1	13.8
2	16.8	13.3
3	16.6	12.8
4	16.3	12.3
5	16.1	11.8
6	15.8	12
7	15.6	13.3
8	15.4	13.7
9	15.3	15.1
10	15.4	16.6
11	16	17.4
12	16.1	18.5
13	17	19.2
14	17.8	19.7
15	18.2	19.9
16	18.8	19.4
17	19.1	18.6
18	19.4	18
19	19.7	17.5
20	19	16.9
21	18.5	16.3
22	18.1	15.8
23	17.9	15.2
	17.22	15.89

Tabla 21. Valores de la temperatura por hora de la vivienda 2 - zona 2 en el solsticio del 21 de Junio. Construcción de bahareque vs bloques de concreto. Fuente: Ecotect.

Vivienda 3 - Zona 1.

Bahareque

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	18.3	14.3

Bloques de concreto

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	17.3	14.3



1	18.1	13.8	1	17	13.8
2	18	13.3	2	16.8	13.3
3	17.8	12.8	3	16.5	12.8
4	17.7	12.3	4	16.3	12.3
5	17.6	11.8	5	16	11.8
6	17.5	12	6	15.8	12
7	17.4	13.3	7	15.6	13.3
8	17.3	13.7	8	15.4	13.7
9	17.3	15.1	9	15.2	15.1
10	17.4	16.6	10	15.3	16.6
11	17.9	17.4	11	16	17.4
12	17.8	18.5	12	16	18.5
13	18.6	19.2	13	16.9	19.2
14	19.1	19.7	14	17.7	19.7
15	19.2	19.9	15	18.1	19.9
16	19.6	19.4	16	18.6	19.4
17	19.7	18.6	17	19	18.6
18	19.8	18	18	19.2	18
19	20	17.5	19	19.5	17.5
20	19.3	16.9	20	18.9	16.9
21	19	16.3	21	18.5	16.3
22	18.7	15.8	22	18.1	15.8
23	18.6	15.2	23	17.9	15.2
	18.4	15.89		17.15	15.89

Tabla 22. Valores de la temperatura por hora de la vivienda 3 - zona 1 en el solsticio del 21 de Junio. Construcción de bahareque vs bloques de concreto. Fuente: Ecotect.

Vivienda 3 - Zona 2.

Bahareque

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	19.1	14.3
1	19	13.8
2	18.8	13.3
3	18.7	12.8
4	18.6	12.3
5	18.5	11.8
6	18.4	12
7	18.4	13.3
8	18.4	13.7
9	18.3	15.1
10	18.5	16.6
11	18.9	17.4
12	18.9	18.5
13	19.5	19.2
14	19.9	19.7
15	20.1	19.9
16	20.3	19.4
17	20.4	18.6
18	20.4	18
19	20.6	17.5
20	19.9	16.9
21	19.7	16.3
22	19.5	15.8
23	19.4	15.2
	19.26	15.89

Bloques de concreto

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	17.7	14.3
1	17.5	13.8
2	17.3	13.3
3	17.1	12.8
4	16.9	12.3
5	16.7	11.8
6	16.5	12
7	16.3	13.3
8	16.2	13.7
9	16.1	15.1
10	16.2	16.6
11	16.8	17.4
12	16.8	18.5
13	17.5	19.2
14	18.1	19.7
15	18.4	19.9
16	18.8	19.4
17	19.1	18.6
18	19.2	18
19	19.6	17.5
20	18.9	16.9
21	18.6	16.3
22	18.3	15.8
23	18.1	15.2
	17.61	15.89

Tabla 23. Valores de la temperatura por hora de la vivienda 3 - zona 2 en el solsticio del 21 de Junio. Construcción de bahareque vs bloques de concreto. Fuente: Ecotect.



- Valores en el día del Solsticio del 21 de Diciembre.

Vivienda 1 - Zona 1.

Bahareque

HORA	ADENTRO	AFUERA
8	16.5	14.2
1	16.3	13.7
2	16.3	13.2
3	16.1	12.7
4	16.1	12.3
5	15.9	11.8
6	15.8	12
7	15.8	12.7
8	15.8	13.1
9	15.7	13.6
10	15.8	14
11	16	14.1
12	16.1	14.2
13	16.3	14
14	16.5	14.1
15	16.5	14.2
16	16.5	14.1
17	16.2	13.8
18	16.4	13.6
19	16.4	13.4
20	16.2	13.1
21	16	12.9
22	16	12.7
23	15.9	12.5
	16.13	13.33

Bloques de concreto

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	15.8	14.2
1	15.6	13.7
2	15.4	13.2
3	15.2	12.7
4	15.2	12.3
5	15	11.8
6	14.8	12
7	14.6	12.7
8	14.5	13.1
9	14.3	13.6
10	14.4	14
11	14.6	14.1
12	14.8	14.2
13	15	14
14	15.2	14.1
15	15.3	14.2
16	15.3	14.1
17	15.1	13.8
18	15.3	13.6
19	15.4	13.4
20	15.2	13.1
21	15	12.9
22	14.9	12.7
23	14.8	12.5
	15.03	13.33

Tabla 24. Valores de la temperatura por hora de la vivienda 1 - zona 1 en el solsticio del 21 de Diciembre.
Construcción de bahareque vs bloques de concreto. Fuente: Ecotect.

Vivienda 1 - Zona 2.

Bahareque

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	16.9	14.2
1	16.8	13.7
2	16.8	13.2
3	16.6	12.7
4	16.6	12.3
5	16.5	11.8
6	16.4	12
7	16.3	12.7
8	16.3	13.1
9	16.2	13.6
10	16.3	14
11	16.4	14.1
12	16.6	14.2
13	16.7	14
14	16.9	14.1
15	16.9	14.2
16	16.9	14.1
17	16.7	13.8

Bloques de concreto

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	16	14.2
1	15.8	13.7
2	15.6	13.2
3	15.4	12.7
4	15.5	12.3
5	15.2	11.8
6	15	12
7	14.9	12.7
8	14.7	13.1
9	14.5	13.6
10	14.6	14
11	14.8	14.1
12	15	14.2
13	15.2	14
14	15.4	14.1
15	15.5	14.2
16	15.5	14.1
17	15.4	13.8



18	16.9	13.6	18	15.5	13.6
19	16.9	13.4	19	15.6	13.4
20	16.7	13.1	20	15.4	13.1
21	16.5	12.9	21	15.2	12.9
22	16.5	12.7	22	15.2	12.7
23	16.4	12.5	23	15.1	12.5
	16.61	13.33		15.25	13.33

Tabla 25. Valores de la temperatura por hora de la vivienda 1 - zona 2 en el solsticio del 21 de Diciembre.
Construcción de bahareque vs bloques de concreto. Fuente: Ecotect.

Vivienda 2 - Zona 1.

Bahareque

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	14.7	14.2
1	14.6	13.7
2	14.4	13.2
3	14.3	12.7
4	14.2	12.3
5	14.2	11.8
6	14.2	12
7	14.2	12.7
8	14.2	13.1
9	14.3	13.6
10	14.5	14
11	14.9	14.1
12	15.4	14.2
13	16.2	14
14	16.3	14.1
15	16.6	14.2
16	16.8	14.1
17	16.3	13.8
18	16.4	13.6
19	16.3	13.4
20	16.3	13.1
21	15.9	12.9
22	15.6	12.7
23	15.4	12.5
	15.26	13.33

Bloques de concreto

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	16.1	14.2
1	16	13.7
2	15.8	13.2
3	15.6	12.7
4	15.6	12.3
5	15.4	11.8
6	15.2	12
7	15	12.7
8	14.8	13.1
9	14.7	13.6
10	14.7	14
11	14.9	14.1
12	15.1	14.2
13	15.3	14
14	15.5	14.1
15	15.6	14.2
16	15.6	14.1
17	15.5	13.8
18	15.7	13.6
19	15.7	13.4
20	15.5	13.1
21	15.3	12.9
22	15.3	12.7
23	15.2	12.5
	15.38	13.33

Tabla 26. Valores de la temperatura por hora de la vivienda 2 - zona 1 en el solsticio del 21 de Diciembre.
Construcción de bahareque vs bloques de concreto. Fuente: Ecotect.

Vivienda 2 - Zona 2.

Bahareque

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	13.7	14.2
1	13.5	13.7
2	13.4	13.2
3	13.3	12.7
4	13.2	12.3
5	13.1	11.8
6	13.1	12
7	13.2	12.7
8	13.3	13.1
9	13.4	13.6
10	13.7	14
11	14.2	14.1

Bloques de concreto

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	15.8	14.2
1	15.6	13.7
2	15.4	13.2
3	15.2	12.7
4	15.2	12.3
5	14.9	11.8
6	14.7	12
7	14.5	12.7
8	14.4	13.1
9	14.2	13.6
10	14.3	14
11	14.5	14.1



12	14.8	14.2	12	14.7	14.2
13	15.6	14	13	15	14
14	15.8	14.1	14	15.2	14.1
15	16.2	14.2	15	15.2	14.2
16	16.5	14.1	16	15.3	14.1
17	15.9	13.8	17	15.1	13.8
18	15.9	13.6	18	15.3	13.6
19	15.8	13.4	19	15.3	13.4
20	16.5	13.1	20	15.1	13.1
21	15.9	12.9	21	14.9	12.9
22	14.9	12.7	22	14.9	12.7
23	14.6	12.5	23	14.8	12.5
	14.56	13.33		14.98	13.33

Tabla 27. Valores de la temperatura por hora de la vivienda 2 - zona 2 en el solsticio del 21 de Diciembre. Construcción de bahareque vs bloques de concreto. Fuente: Ecotect.

Vivienda 3 - Zona 1.

Bahareque

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	16.7	14.2
1	16.5	13.7
2	16.4	13.2
3	16.3	12.7
4	16.3	12.3
5	16.2	11.8
6	16	12
7	16	12.7
8	15.9	13.1
9	15.8	13.6
10	15.9	14
11	16	14.1
12	16.2	14.2
13	16.4	14
14	16.5	14.1
15	16.5	14.2
16	16.5	14.1
17	16.3	13.8
18	16.5	13.6
19	16.5	13.4
20	16.4	13.1
21	16.2	12.9
22	16.2	12.7
23	16.1	12.5
	16.26	13.33

Bloques de concreto

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	15.8	14.2
1	15.6	13.7
2	15.4	13.2
3	15.2	12.7
4	15.2	12.3
5	14.9	11.8
6	14.7	12
7	14.5	12.7
8	14.4	13.1
9	14.1	13.6
10	14.2	14
11	14.5	14.1
12	14.7	14.2
13	14.9	14
14	15.2	14.1
15	15.2	14.2
16	15.2	14.1
17	15.1	13.8
18	15.3	13.6
19	15.3	13.4
20	15.1	13.1
21	14.9	12.9
22	14.9	12.7
23	14.8	12.5
	14.96	13.33

Tabla 28. Valores de la temperatura por hora de la vivienda 3 - zona 1 en el solsticio del 21 de Diciembre. Construcción de bahareque vs bloques de concreto. Fuente: Ecotect.

Vivienda 3 - Zona 2.

Bahareque

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	17.4	14.2
1	17.3	13.7
2	17.2	13.2
3	17.1	12.7
4	17.1	12.3
5	16.9	11.8
6	16.9	12

Bloques de concreto

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	16.2	14.2
1	16.1	13.7
2	15.9	13.2
3	15.7	12.7
4	15.7	12.3
5	15.5	11.8
6	15.3	12



7	16.8	12.7	7	15.2	12.7
8	16.8	13.1	8	15.1	13.1
9	16.7	13.6	9	14.9	13.6
10	16.8	14	10	15	14
11	16.9	14.1	11	15.2	14.1
12	17	14.2	12	15.3	14.2
13	17.2	14	13	15.5	14
14	17.3	14.1	14	15.7	14.1
15	17.3	14.2	15	15.7	14.2
16	17.3	14.1	16	15.8	14.1
17	17.1	13.8	17	15.6	13.8
18	17.3	13.6	18	15.8	13.6
19	17.3	13.4	19	15.8	13.4
20	17.1	13.1	20	15.7	13.1
21	17	12.9	21	15.5	12.9
22	17	12.7	22	15.4	12.7
23	16.9	12.5	23	15.4	12.5
	17.07	13.33		15.54	13.33

Tabla 29. Valores de la temperatura por hora de la vivienda 3 - zona 2 en el solsticio del 21 de Diciembre. Construcción de bahareque vs bloques de concreto. Fuente: Ecotect.

ANEXO 3. Temperaturas por hora en el día del Solsticio del 21 de Junio de las viviendas de bahareque, tomadas con el aparato KESTREL 4200.

VIVIENDA 1: ZONA 1 - ÁREA HABITACIÓN																									
HORA	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Promedio
°C	18.1	17.7	17.6	17.3	17.1	16.8	16.6	16.6	16.5	18.6	18.7	19.4	20.2	20	19.9	19.7	19.6	19.8	19.3	19.2	19	18.8	18	19.1	18.48

VIVIENDA 1: ZONA 2 - ÁREA SOCIAL																									
HORA	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Promedio
°C	18.6	17.5	17.4	16.9	16.8	16.9	16.6	16.7	18.2	18.3	18.7	20.1	20	20.1	20.2	22.2	23.7	22.9	18.9	18.4	18.5	18.6	17.6	17.2	18.79

Tabla 30. Valores de la temperatura por hora de la vivienda 1 de bahareque - zona 1 y zona 2, en el solsticio del 21 de Junio. Fuente: Kestrel 4200.

VIVIENDA 2: ZONA 1 - ÁREA HABITACIÓN																									
HORA	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Promedio
°C	19	19.2	19	18.9	18.8	18.3	18.2	18.3	18.3	18.6	18.7	18.9	19	19.5	20.1	20.6	20.5	20.5	20.6	20.3	20	19.8	19.4	19.4	19.32

VIVIENDA 2: ZONA 2 - ÁREA SOCIAL																									
HORA	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Promedio
°C	18.2	18	17.9	17.7	17.4	17.3	17.2	17	17	17.1	17.3	17.4	17.9	17.8	20.1	20	19.8	20	20.2	20.3	20.1	19.8	19.2	18.7	18.47

Tabla 31. Valores de la temperatura por hora de la vivienda 2 de bahareque - zona 1 y zona 2, en el solsticio del 21 de Junio. Fuente: Kestrel 4200.



VIVIENDA 3: ZONA 1 - ÁREA HABITACIÓN																									
HORA	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Promedio
°C	18.4	18.2	18.1	18	17.9	17.6	17.6	17.5	17.2	17.5	17.6	17.9	18	18.2	18.9	18.8	19.5	19.7	20.1	20	19.7	19.2	19.1	18.9	18.48

VIVIENDA 3: ZONA 2 - ÁREA SOCIAL																									
HORA	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Promedio
°C	19.1	19	18.8	18.7	18.6	18.5	18.4	18.4	18.3	18.5	18.9	18.9	19.5	19.9	20.1	20.3	20.4	20.4	20.6	19.9	19.7	19.5	19.4	19.25	

Tabla 32. Valores de la temperatura por hora de la vivienda 3 de bahareque - zona 1 y zona 2, en el solsticio del 21 de Junio. Fuente: Kestrel 4200

ANEXO 4. Temperaturas por hora en los días de los Equinoccios y Solsticios de la vivienda social propuesta para Azogues y sus parroquias rurales.

- Valores en el día del Equinoccio del 21 de Marzo.

Zona – Habitación

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	20.1	17
1	20.1	16.7
2	20.1	16.4
3	20	16
4	20	15.7
5	20	15.4
6	20	15.4
7	20	16.1
8	20.1	16.9
9	20.2	17.3
10	20.2	18.1
11	20.2	18
12	20.4	18.5
13	20.4	18.5
14	20.4	18.1
15	20.3	17.9
16	20.4	17.7
17	20.2	17.4
18	20.1	17.1
19	20.1	16.8
20	20.1	16.4
21	20	16.1
22	20	15.8
23	20	15.5
	20.14	16.87

Zona – Área social

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	19.9	17
1	19.8	16.7
2	19.8	16.4
3	19.8	16
4	19.8	15.7
5	19.7	15.4
6	19.7	15.4
7	19.8	16.1
8	20	16.9
9	20	17.3
10	20	18.1
11	20.2	18
12	20.4	18.5
13	20.2	18.5
14	20.3	18.1
15	20.4	17.9
16	20.3	17.7
17	20.1	17.4
18	20.2	17.1
19	20.1	16.8
20	20	16.4
21	19.9	16.1
22	19.9	15.8
23	19.8	15.5
	20	16.87

Zona – Área servicio

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	20.4	17
1	20.4	16.7
2	20.4	16.4
3	20.4	16
4	20.4	15.7
5	20.3	15.4
6	20.3	15.4
7	20.4	16.1
8	20.4	16.9
9	20.4	17.3
10	20.4	18.1
11	20.5	18
12	20.6	18.5
13	20.6	18.5
14	20.6	18.1
15	20.7	17.9
16	20.7	17.7
17	20.6	17.4
18	20.6	17.1
19	20.6	16.8
20	20.5	16.4
21	20.5	16.1
22	20.5	15.8
23	20.4	15.5
	20.48	16.87

Tabla 33. Valores de la temperatura por hora de la vivienda propuesta en el equinoccio del 21 de Marzo. Fuente: Ecotect.

- Valores en el día del Equinoccio del 21 de Septiembre.

Zona – Habitación

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	20.2	14.4

Zona – Área social

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	19.8	14.4

Zona – Área servicio

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	20.7	14.4



1	20.1	12.8	1	19.7	12.8	1	20.6	12.8
2	20	11.2	2	19.6	11.2	2	20.5	11.2
3	19.8	9.5	3	19.5	9.5	3	20.4	9.5
4	19.7	7.9	4	19.3	7.9	4	20.3	7.9
5	19.6	6.3	5	19.2	6.3	5	20.2	6.3
6	19.6	7.3	6	19.4	7.3	6	20.2	7.3
7	19.7	9.8	7	19.9	9.8	7	20.2	9.8
8	19.8	13	8	20.2	13	8	20.3	13
9	20	15.9	9	20.3	15.9	9	20.3	15.9
10	20.2	18.4	10	20.4	18.4	10	20.5	18.4
11	20.4	20.5	11	20.8	20.5	11	20.9	20.5
12	20.6	22.1	12	20.9	22.1	12	21.2	22.1
13	20.8	23.1	13	21	23.1	13	21.3	23.1
14	21.2	23.5	14	20.9	23.5	14	21.3	23.5
15	21.4	23.4	15	20.8	23.4	15	21.2	23.4
16	21.5	22.4	16	20.6	22.4	16	21.1	22.4
17	21.3	20.7	17	20.4	20.7	17	21.1	20.7
18	20.9	20.2	18	20.4	20.2	18	21	20.2
19	21	19.7	19	20.3	19.7	19	21	19.7
20	21	19.2	20	20.3	19.2	20	21	19.2
21	20.8	18.7	21	20.2	18.7	21	20.9	18.7
22	20.4	18.2	22	20.1	18.2	22	20.8	18.2
23	20.4	17.7	23	20.1	17.7		19.9	17.7
	20.43	16.5		20.17	16.5		20.7	16.5

Tabla 34. Valores de la temperatura por hora de la vivienda propuesta en el equinoccio del 21 de Septiembre. Fuente: Ecotect.

- Valores en el día del Solsticio del 21 de Junio.

Zona – Habitación			Zona – Área social			Zona – Área servicio		
HORA	ADENTRO	AFUERA	HORA	ADENTRO	AFUERA	HORA	ADENTRO	AFUERA
0	19.9	14.3	0	19.5	14.3	0	20.1	14.3
1	19.9	13.8	1	19.4	13.8	1	20.1	13.8
2	19.9	13.3	2	19.4	13.3	2	20	13.3
3	19.8	12.8	3	19.4	12.8	3	20	12.8
4	19.8	12.3	4	19.3	12.3	4	20	12.3
5	19.7	11.8	5	19.3	11.8	5	19.9	11.8
6	19.7	12	6	19.3	12	6	19.9	12
7	19.8	13.3	7	19.4	13.3	7	19.9	13.3
8	19.9	13.7	8	19.4	13.7	8	19.9	13.7
9	20	15.1	9	19.6	15.1	9	20	15.1
10	20.2	16.6	10	19.8	16.6	10	20	16.6
11	20.3	17.4	11	19.9	17.4	11	20.2	17.4
12	20.4	18.5	12	20	18.5	12	20.2	18.5
13	20.6	19.2	13	20.2	19.2	13	20.3	19.2
14	20.7	19.7	14	20.3	19.7	14	20.4	19.7
15	20.8	19.9	15	20.2	19.9	15	20.4	19.9
16	20.7	19.4	16	20.2	19.4	16	20.5	19.4
17	20.6	18.6	17	20.1	18.6	17	20.4	18.6
18	20.5	18	18	20	18	18	20.4	18
19	20.5	17.5	19	19.9	17.5	19	20.3	17.5
20	20.3	16.9	20	19.8	16.9	20	20.3	16.9
21	20.2	16.3	21	19.7	16.3	21	20.2	16.3
22	20.1	15.8	22	19.6	15.8	22	20.2	15.8
23	20	15.2	23	19.6	15.2	23	20.2	15.2
	20.18	15.89		19.72	15.89		20.16	15.89

Tabla 35. Valores de la temperatura por hora de la vivienda propuesta en el solsticio del 21 de Junio. Fuente: Ecotect.



- Valores en el día del Solsticio del 21 de Diciembre.

Zona – Habitación

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	21.1	13.9
1	21	12.9
2	20.9	11.8
3	20.9	10.8
4	20.8	9.7
5	20.7	8.6
6	20.7	8.8
7	20.8	11.3
8	20.9	14.2
9	21.1	16.9
10	21.3	19.3
11	21.5	21.3
12	21.8	22.8
13	22.1	23.8
14	22.3	23
15	22.5	23
16	22.5	23.3
17	22.4	21.8
18	22.1	21.2
19	22.2	20.6
20	22	20
21	21.8	19.5
22	21.5	18.9
23	21.4	18.3
	21.51	17.32

Zona – Área social

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	20.8	13.9
1	20.7	12.9
2	20.6	11.8
3	20.5	10.8
4	20.4	9.7
5	20.3	8.6
6	20.3	8.8
7	20.8	11.3
8	21.3	14.2
9	21.5	16.9
10	21.5	19.3
11	21.7	21.3
12	22	22.8
13	22.2	23.8
14	22.1	23
15	22	23
16	21.8	23.3
17	21.7	21.8
18	21.6	21.2
19	21.6	20.6
20	21.5	20
21	21.3	19.5
22	21.2	18.9
23	21.2	18.3
	21.28	17.32

Zona – Área servicio

HORA	ADENTRO	AFUERA
0	22.1	13.9
1	22	12.9
2	22	11.8
3	22	10.8
4	21.9	9.7
5	21.8	8.6
6	21.8	8.8
7	21.8	11.3
8	21.9	14.2
9	21.9	16.9
10	22.1	19.3
11	22.4	21.3
12	22.9	22.8
13	23.1	23.8
14	23.1	23
15	23	23
16	22.9	23.3
17	22.8	21.8
18	22.8	21.2
19	22.8	20.6
20	22.7	20
21	22.5	19.5
22	22.4	18.9
23	22.4	18.3
	22.38	17.32

Tabla 36. Valores de la temperatura por hora de la vivienda propuesta en el solsticio del 21 de Junio. Fuente: Ecotect.