

APOYO EN EL DISEÑO DEL PROYECTO DENOMINADO “CASA TENORIO” DONDE SE IMPLEMENTA EL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE MUROS EN BTC, LLEVADO ACABO DENTRO DE LA OFICINA DOSMASDOS ARQUITECTOS SAS, EN POPAYÁN, CAUCA



Carlos Eduardo Meneses Diaz

Código: 90152021

Fundación Universitaria de Popayán
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Popayán-Cauca
02 mayo 2022

APOYO EN EL DISEÑO DEL PROYECTO DENOMINADO “CASA TENORIO” DONDE SE IMPLEMENTA EL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE MUROS EN BTC, LLEVADO A CABO DENTRO DE LA OFICINA DOSMASDOS ARQUITECTOS SAS, EN POPAYÁN, CAUCA.

Área de Investigación: Desarrollo Sostenible.

Línea de investigación: Tecnología

Trabajo de grado con la modalidad de pasantía para optar por el título de Arquitecto.

Carlos Eduardo Meneses Díaz

Código: 90152021

Arq. Carlos Andrés Arias

Director de pasantía

**Fundación Universitaria de Popayán
Facultad de Ingeniería y Arquitectura**

Popayán-Cauca
02 mayo 2022

Nota de aceptación

Director de pasantía

Jurado

Tabla de contenido

<i>INTRODUCCIÓN</i>	10
1. GENERALIDADES DE LA PASANTÍA.....	11
1.1 PROBLEMA.....	11
2. JUSTIFICACIÓN.....	14
3. OBJETIVOS.....	17
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	17
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	17
4. MARCO TEÓRICO.....	18
4.1 LA TIERRA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ATÁVICO Y EL DESARRAIGO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS VERNÁCULOS CON TIERRA.....	18
4.1.1 ANTECEDENTES GLOBALES DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA.....	18
4.1.2 CAUSAS INICIALES DEL DESISTIMIENTO DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA Y LA INDUSTRIALIZACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN COMO PUNTO DE INFLEXIÓN.....	22
4.1.3 LA TIERRA COMO UN MATERIAL ANCESTRAL EN LA ARQUITECTURA TRADICIONAL EN COLOMBIA.....	23
4.2 EL BLOQUE DE TIERRA COMPACTADA O BTC COMO RESULTADO DEL MEJORAMIENTO DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS ANCESTRALES.....	24
4.2.1. ORÍGENES Y APLICACIÓN DEL BTC.....	24
4.2.3 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL BTC.....	26
4.2.4 VENTAJAS Y CONSIDERACIONES TÉCNICAS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO CON BLOQUES DE TIERRA COMPACTADA O BTC.....	27
5. MARCO CONCEPTUAL.....	29
6. MARCO LEGAL.....	33
7. MARCO CONTEXTUAL.....	36
7.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.....	36
7. 2 DESCRIPCIÓN EMPRESA.....	37
7.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA RESIDENCIAL.....	38
8. METODOLOGÍA.....	39
8.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	39
8.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	39
8.3 PROCESO METODOLÓGICO.....	39
8.4 RESULTADOS OBTENIDOS.....	41
9. DESARROLLO DE LA PASANTÍA.....	41
9.1 INFORMACION GENERAL DE LA PASANTIA:.....	41

9.2 FASE I: INDUCCIÓN Y CONTEXTULIZACION.....	42
9.3 ETAPA II: ANALISIS PROPOSITIVO.....	45
9.3.1 DIAGNOSTICO MUNICIPIO DE TIMBIO - CAUCA	46
9.4 ETAPA III: ESTUDIO Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE NORMATIVA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA RESIDENCIAL QUE IMPLEMENTEN SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN EN MUROS DE TIERRA COMPACTADA.....	60
9.5 ETAPA IV: DESARROLLO DE LA PROPUESTA ARQUITECTONICA	68
9.5.1 CONCEPTO	68
9.5.2 IMPLANTACIÓN INMEDIATA	69
9.5.3 ADAPTACIÓN GEOMÉTRICA	70
9.5.4 RELACIÓN ESPACIAL	74
9.5.5 PROGRAMA ARQUITECTÓNICO	75
<i>CONCLUSIONES</i>	89
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
9. <i>ANEXOS</i>	93

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1: Ciudad de Bam en la provincia de Kermán, ca. Se aprecia la utilización de tierra moldeada como material de construcción predominante.....	19
Ilustración 2: Vista Panorámica de Shibam, Yemen.....	19
Ilustración 3: Nueva Gourná Village se Egipto. aldea diseñada y construida entre 1946 y 1952 por el famoso arquitecto egipcio Hassan Fathy.ca	20
Ilustración 4: Clasificación de las Técnicas de Construcción con Tierra de acuerdo al estado del material y la manera en que se aplica.	21
Ilustración 5: Edificio Bello Horizonte.....	26
Ilustración 6: Localización Colombia- Cuca-Timbio- Vereda el Naranjal.....	36
Ilustración 7: Mapa Timbio Cuca, vereda Naranjal.....	37
Ilustración 8: Planimetría Lote.....	42
Ilustración 9: Mapa de localización	46
Ilustración 10: Morfología histórica de Tímbio	47
Ilustración 11: Estructura compositiva del municipio de Timbio	48
Ilustración 12: Estructura urbana	48
Ilustración 13: Tipología y Morfología de Tímbio	49
Ilustración 14: Texturas implementadas comúnmente en vivienda de Timbio	50
Ilustración 15: Análisis Geográfico. Municipio Tímbio	50
Ilustración 16: Altimetría del sector	51
Ilustración 17: Análisis sobre la Geografía rural. Municipio de Tímbio.....	51
Ilustración 18: Corte de fisiografía sectorial	52
Ilustración 19: Mapa urbano socio económico municipio de Tímbio	53
Ilustración 20: Mapa urbano cabecera Municipio de Tímbio.....	54
Ilustración 21: Hacienda el Troje.....	55
Ilustración 22: Colegio San Antonio de Padua	56
Ilustración 23: Iglesia San Pedro	56
Ilustración 24: Casa republicana del señor Luis Garzón.....	57
Ilustración 25: Casa de la cultura	57
Ilustración 26: Análisis capa por capa municipio de Tímbio.....	58
Ilustración 27: BTC accesorios	61
Ilustración 28: BTC macizo	61
Ilustración 29: BTC para armar	62
Ilustración 30: Tamaño y porcentaje de vanos.....	63
Ilustración 31: Refuerzo con cañas para adobe	64
Ilustración 32: Esquema de cimentación.....	64
Ilustración 33: Pruebas de muros a compresión	65
Ilustración 34: Implantación Inmediata	70
Ilustración 35: Jerarquía	71
Ilustración 36: Intersección.....	72
Ilustración 37: adición volumétrica.....	73
Ilustración 38: Relación espacial	74
Ilustración 39: Esquema Inicial.....	75
Ilustración 40: Ajuste con normativa.....	76
Ilustración 41: Planta de cubiertas.....	77
Ilustración 42: Corte arquitectónico A-A	78

Ilustración 43: Corte Arquitectónico B –B	79
Ilustración 44: Corte cubierta verde.....	80
Ilustración 45: Corte-Fachada Sur Fuente.....	81
Ilustración 46: Fachada Norte.....	81
Ilustración 47: Fachada Occidente.....	82
Ilustración 48: Fachada Oriente.....	82
Ilustración 49: Despiece arquitectónico estructural	83
Ilustración 50: Detalle arquitectónico.....	84
Ilustración 51: implantación y cubiertas	86
Ilustración 52: Planta Arquitectónica.....	86
Ilustración 53: Fachadas Arquitectónicas.....	87
Ilustración 54: Cortes Arquitectónicos.....	88

Lista de esquemas

Esquema 1: Esquema asolación.....	58
--	----

Lista de gráficos

Gráfico 1: Temperaturas y precipitaciones en Tímbio.....	52
Gráfico 2: Luminosidad Tímbio	52
Gráfico 3: Rango de edades en el radio de acción	53

Lista de tablas

Tabla 1: Cantidades de insumos promedio de una vivienda de 60 m2	12
Tabla 2: Cantidades de CO2 emitidas en promedio en la fabricación de una vivienda de 60 m2	12
..... ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 3: Tabla D.10.3-1 resistencias mínimas fuente NSR-10 TITULO D.....	34
Tabla 4: Tabla para caracterización perfil de usuario	43
Tabla 5: Programa arquitectónico.....	44
Tabla 6: Elementos constructivos.....	66

RESUMEN

El presente documento contiene el planteamiento, justificación y resultados de la pasantía llevada a cabo por el estudiante como opción de trabajo de grado, a lo largo de este documento se evidencia el interés por consolidar la formación académica, experimentado nuevos retos a través de la práctica profesional la cual brinda preparación en la experiencia laboral, fortaleciendo así las teorías adquiridas en la Facultad de Arquitectura.

Este trabajo tiene por objetivo apoyar el desarrollo de estudios previos y el diseño del proyecto arquitectónico de una vivienda unifamiliar, según requisitos, técnicos y estéticos definidos por la oficina Dos Más Dos Arquitectos s.a.s, en Popayán, Cauca, vivienda en la cual se incorpora la técnica constructiva al BTC (Bloque Tierra Comprimida), cuya materia prima es un recurso natural de extracción local. Para ello se han tenido en cuenta distintos aspectos imprescindibles que permitan lograr una vivienda eficiente, evocando de la época de la colonia y su vinculación tierra y clima, apoyándose de normativas locales e internacionales vigentes y el estudio de suelo.

Es de destacar que en el desarrollo del documento se detallará el proceso de diseño previo a la etapa constructiva, que permitirá al constructor seguir un proceso confiable y eficaz, de tal forma que se pueda evitar en un futuro, el desperdicio de recursos; y, así poder optimizar el tiempo requerido para la culminación del proyecto

Palabras claves: Estructuración de proyectos- Estudios previos- Normatividad-diseño-técnica constructiva- BTC

ABSTRACT

This document contains the approach, justification and results of the internship carried out by the student as a degree work option. In the development of this document is evident the interest in consolidating and complementing the academic training, experiencing new challenges through the professional practice which provides preparation in the work experience, thus strengthening the theories acquired in the School of Architecture.

This work aims to support the development of preliminary studies and the design of the architectural project of a single-family house, according to technical and aesthetic requirements defined by the office Dos Mas Dos Arquitectos s.a.s, in Popayán, Cauca, housing in which the construction technique incorporates the BTC (Compressed Earth Block), whose raw material is a natural resource of local extraction. For this purpose, several essential aspects have been taken into account to achieve an efficient housing, evoking the colonial era and its link between earth and climate, relying on local and international regulations in force and the soil study.

It should be noted that in the development of the document the design process prior to the construction stage will be detailed, which will allow the builder to follow a reliable and efficient process, so that in the future, the waste of resources can be avoided; and, thus to be able to optimize the time required for the completion of the project.

Keywords: *Project structuring- Preliminary studies- Standards-design-construction technique- btc.*

INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción, ha logrado reinventarse a lo largo de la historia, siempre intentando cubrir las necesidades de la sociedad, basándose en criterios tecnológicos, sociales y económicos. Actualmente, se precisa la inclusión de nuevos estándares, como conservación de energía, control de impacto ambiental, reutilización de materiales o reducción de residuos. En definitiva, se trata de un esquema de requisitos para cambiar la forma de construcción, evitando así el continuo desperdicio de materias primas y el aumento de los residuos generados por sus actividades.

En ese orden de ideas la tierra, es un material muy completo, que cumple muchos de estos nuevos criterios, y este hecho, ha impulsado a la oficina de diseño Dos Más Dos arquitectos, como profesionales de la construcción a incorporarla en el proyecto denominado Casa Tenorio, adaptándola con nuevos aportes tecnológicos. Uno de los nuevos aportes utilizados, ha estado en desarrollo desde la década de 1950 y son los bloques de tierra comprimida o BTC. Esta es una tecnología que se está investigando en todo el mundo y, en gran medida, cumple con estos nuevos estándares.

Los BTC, como toda mampostería, deben cumplir con ciertas normativas que establecen los parámetros requeridos para su uso. En este sentido, el presente informe final de pasantía se realiza la verificación e implementación de normas como la NTC 534, NTE 080, UNE 41410 y otras relacionadas que sirven de guía para la correcta elaboración de los estudios previos y documentos técnicos del proyecto arquitectónico.

A continuación, este informe demostrará el cumplimiento de los objetivos y las actividades establecidas en un plan de trabajo ejecutadas por 6 meses, apoyando, verificando y organizando la información relacionada al proyecto de carácter residencial, previo a la etapa de construcción.

1. GENERALIDADES DE LA PASANTÍA

1.1 PROBLEMA

El impacto que genera la construcción de edificios en todas sus etapas en el medio ambiente hace necesario que la humanidad busque alternativas para aprovechar de forma adecuada los recursos, que ofrece la naturaleza, aún más si se consideran las actuales proporciones de contaminación por el CO₂ que se expulsa a la atmósfera, “el sector de la construcción comercial y residencial representa el 39,6% del dióxido de carbono (CO₂) emitido a la atmósfera a la vez que genera el 30% de los residuos sólidos y el 20% de la contaminación del agua,” (Máuser, 2011, *pág.20*; Muñoz, 2016, *pág.45*).

Entre los diferentes materiales usados en construcción, el ladrillo ha sido uno de los más empleados, pero en su proceso de producción se llega a consumir en promedio 2.0 kwh por ladrillo, y se libera una gran cantidad de gases de efecto invernadero, alrededor de 0.41 kg de CO₂ (Reddy & Jagadish, 2003 *pág.52*; Zhang, 2013, *pág. 13*). Con ello, además de impactos ambientales, se generan costos económicos a causa de la degradación ambiental (Sánchez et al., 2007, *pág.8*; World Construction Council 2008, *pág.3*). También materiales como el acero inoxidable, aluminio resinas y hormigones han quedado expuestos como materiales poco sostenibles por la cantidad de energía que necesitan para su fabricación y por las emisiones de CO₂, pero aun así no se ha presentado un cambio significativo en el catálogo de materiales que se siguen empleando en las nuevas obras (Caseres, 2015, *pág.98*).

En cuanto a los materiales de construcción que se utilizan actualmente en las viviendas que se producen a nivel nacional el 86.9% de las viviendas se construyen con bloques de concreto, ladrillo recocido en los muros y el 71.6% se construyen con techos de concreto armado

o lámina metálica (DANE,2018) Analizando los insumos más comunes que se utilizan para edificar una vivienda de 60.20 m² en Colombia se puede obtener la siguiente tabla:

Tabla 1: Cantidades de insumos promedio de una vivienda de 60 m²

Material	Cantidad	Unidad	Emisiones de CO ₂ por unidad
Concreto	11.60	M ³	0.25 Ton/m ³
Acero	0,73	Ton	2.8 Ton/Ton
Cemento	2.00	Ton	0.00041 Ton/Ton
Block de Concreto	1.127.00	Pzas.	0.000693 Ton/Pza

Fuente: (Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas, 2018)

De acuerdo a la demanda de vivienda donde se espera que en los próximos 39 años la necesidad de vivienda sea de 11.2 millones de viviendas (DANE 2018) y con la información de la tabla 1 se puede deducir que las emisiones de CO₂ serán de del orden de 313.66 mil toneladas por vivienda, o sea 8.04 millones de toneladas de CO₂ por año si fuera uniforme la producción de vivienda. Estas cifras revelan la necesidad de buscar alternativas de construcción más sustentables, una propuesta sería utilizar sistemas constructivos en tierra, como estrategia para aportar a la reducción de este impacto negativo al medioambiente.

En este orden de ideas La oficina de arquitectura DOSMASDOS ARQUITECTOS SAS dedicada al diseño y construcción, está desarrollando proyectos arquitectónicos de carácter residencial en diferentes municipios del departamento del Cauca, en estos proyectos se pretenden ejecutar siguiendo los principios de conservación, recuperación y utilización de forma racional de los recursos naturales y el medio ambiente buscando así no distar de las condiciones ambientales sociales y económicas del territorio.

Uno de estos proyectos se va a desarrollar en el municipio de Tímbo, municipio en el cual predominan los sistemas constructivos tradicionales e industrializados, evidenciándose en la

gran cantidad de viviendas construidas con materiales prefabricados, dichos procesos constructivos han discrepado del respeto a los ecosistemas y particularmente a los recursos naturales, por tal motivo se hace necesario generar una propuesta arquitectónica que reduzca en gran medida el impacto al medio ambiente que se genera en el proceso de construcción, mediante la implementación materiales de tierra en específico los denominados Bloques de Tierra Comprimida (BTC).

Por consiguiente, la oficina de arquitectura DOSMASDOS ARQUITECTOS SAS requiere personal capacitado que brinde apoyo en la etapa de diseño de dicho proyecto de carácter residencial, enfocándose a recuperar y poner en valor el uso de la tierra como sistema constructivo, mediante la implementación del sistema constructivo en bloque de tierra compactada, además de brindar apoyo en estas actividades, se pretende generar una visión objetiva y propositiva frente a la utilización de la tierra como materia prima en proyectos arquitectónicos..

2. JUSTIFICACIÓN

“Las construcciones que se adelanten en el territorio nacional deben cumplir con la legislación y reglamentación nacional, departamental y municipal o distrital respecto al uso responsable ambientalmente de materiales y procedimientos constructivos. Se deben utilizar adecuadamente los recursos naturales y tener en cuenta el medio ambiente sin producir deterioro en él y sin vulnerar la renovación o disponibilidad futura de estos materiales. Esta responsabilidad ambiental debe desarrollarse desde la etapa de diseño y aplicarse y verificarse en la etapa de construcción” (Constitución política de Colombia, Decreto 1285,2015)

Ahora bien, en el proceso de diseño de un proyecto arquitectónico, el arquitecto debe responsabilizarse con una postura más holística, con la selección de materiales, y técnicas constructivas, acordes al contexto social, ambiental y económico del territorio, “se deduce la importancia que tiene el asumir por parte del arquitecto, desde el origen del proceso proyectual, una actitud más integral y comprometida con el material, el estudio de los recursos y el conocimiento de las técnicas constructivas que permiten resolver eficazmente todo lo que atañe a la epidermis de la obra. Diseñando a partir del material, propiciando una mejor arquitectura.” (Lozano, 1986, pág.17)

Del mismo modo resulta demasiado gravoso la práctica habitual de elegir un material dejándose impresionar por su mera apariencia visual o decorativa, sin averiguar lo suficiente en la composición de sus propiedades físicas, en sus connotaciones ambientales, su durabilidad y sus formas de mantenimiento. (lozano, 1986, pág.19). Así pues, en la actualidad, los nuevos criterios para el uso de materiales de construcción se apoyan en 3 pilares: proporcionar viviendas confortables y eficientes energéticamente, asegurar que el proceso de extracción y el uso de materiales respeten el medioambiente y reducir los residuos derivados de la construcción. (García & Carreño, 2020, pág.23).

Es por eso que el arquitecto no debe poner la vista exclusivamente en procesos industrializados o materiales prefabricados para desarrollar propuestas arquitectónicas puesto que existen procesos y sistemas alternativos como la construcción con tierra. Este es el caso por ejemplo del desarrollo y evolución de los sistemas vernáculos que permiten dar respuesta a las necesidades de vivienda y habitabilidad a partir del uso racional de los recursos locales. Entre estas técnicas se encuentra el uso de los bloques de tierra comprimida o BTC, ” los bloques de tierra comprimida han surgido como sustituto ecológico del tradicional ladrillo cerámico cocido” (Caseres,2015, *pág.32*), de modo que para producir un ladrillo en tierra solo se necesita alrededor de 1% de la energía que se requiere para fabricar un ladrillo convencional (Galíndez, 2009, *pág.11*). , aunque no se someten a un proceso de cocción, se convierten en un material resistente y de buen comportamiento en cuanto a la erosión (Oskouei et al., 2017, *pág.4*)

Es así entonces como surge la necesidad de construir estructuras con materiales innovadores y amigables con el ambiente, que han dado paso a nuevas tendencias de construcción sustentable con tierra, en combinación con materiales de origen animal, vegetal y mineral. (Bedoya, 2011, *pág.21*), sistemas que deben revalorizarse y mejorarse pudiendo ayudar a contrarrestar en gran medida el impacto que se genera al medio ambiente en la construcción de un proyecto arquitectónico.

He aquí la importancia de contratar y seguir preparando profesionales éticos e idóneos capaces, de contribuir en el desarrollo constructivo de inmuebles más confortables y seguros posibles, que aporten a la calidad de vida y ayuden a disminuir el impacto de estos proyectos arquitectónicos sobre el medio ambiente.

Por lo tanto, la presente pasantía se constituye en una gran oportunidad para la puesta en marcha y la práctica de los conocimientos adquiridos durante el proceso de formación, profundizando en las habilidades y destrezas en el ámbito del diseño, generando así una visión objetiva e integra en la realización de un proyecto arquitectónico concibiendo un edificio como una estrategia ambiental y habitacional, fruto de un planeamiento en donde no solo se privilegie el buen ver, si no que mediante una correcta relación entre lo racional y lo estético se logre una arquitectura concebida como un todo, eficiente y comfortable.

Además, Se espera que este proyecto investigativo no solo brinde soluciones a la problemática planteada dentro de la oficina dos más dos arquitectos, sino que también permita generar una guía teórica para otras personas que estén interesadas en la construcción de sus proyectos arquitectónicos implementando muros de tierra compactada.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Apoyar el diseño arquitectónico de infraestructura residencial denominado "Casa Tenorio" ubicado en el municipio de Tímbio, Cauca, Colombia, para la implementación del sistema constructivo de Bloque de Tierra Compactada como alternativa ecológica.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Estudiar requisitos técnicos y normativos para la construcción de muros con tierra en proyectos arquitectónicos.
- Culminar la documentación técnica correspondiente a la gestión, planeación y preparación del proyecto arquitectónico.
- Elaborar una guía donde se describa el proceso constructivo del sistema en muro de tierra compactada o BTC implementado en el diseño arquitectónico de la casa tenorio.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 LA TIERRA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN ATÁVICO Y EL DESARRAIGO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS VERNÁCULOS CON TIERRA.

4.1.1 Antecedentes globales de construcción con tierra

Las técnicas de construcción en tierra han surgido y tenido importancia en todo el mundo, especialmente en climas cálidos donde el material se utiliza de manera óptima porque no se ve afectado por factores hidrológicos. “Aun en la actualidad un tercio de la humanidad vive en viviendas de tierra, y en países en vías de desarrollo esto representa más de la mitad” (Minke, 2005, pág. 13).

Durante siglos se ha implementado este material para la construcción tanto de refugios como para construir edificios representativos monumentos y comunidades enteras, dejando como ejemplos la ciudadela de Bam en Irán (Ilustración 1) con algunas construcciones de tierra moldeada en capas de 2500 años de antigüedad (Minke, 2006, pág. 28); la ciudad de Shibam en Yemen (Ilustración 2), que data del siglo XVII y que cuenta con edificios de más de 10 pisos de altura contruidos con bloques de tierra (Houben & Guillard, 1996, pág. 16); o ejemplos más recientes, como el de Nueva Gurna, Egipto (Ilustración 3), planteada por el arquitecto Hassan Fathy a mediados del siglo XX retomando técnicas ancestrales en la construcción de bóvedas de adobe, son sólo algunas muestras de la gran adición en la construcción con tierra a través de los años. (Oliva, 2014, pág. 28.) por ello en las siguientes imágenes se evidencia la construcción en tierra, haciéndolo parte del paisaje cultural.

Ilustración 1: Ciudad de Bam en la provincia de Kermán, ca. Se aprecia la utilización de tierra moldeada como material de construcción predominante.



Fuente: Bennett Dean, año 2016

Ilustración 2: Vista Panorámica de Shibam, Yemen.



Fuente: Recurso en línea <https://www.ecured.cu/Archivo:Shibam.jpg> .2017

En la anterior imagen se puede evidenciar las diferentes edificaciones construidas a base de tierra, permitiendo también evaluar la imponente altura lograda con la técnica constructiva propia de la zona.

Ilustración 3: Nueva Gourná Village se Egipto. aldea diseñada y construida entre 1946 y 1952 por el famoso arquitecto egipcio Hassan Fathy.ca



Fuente: Hassan Fathy , 1973

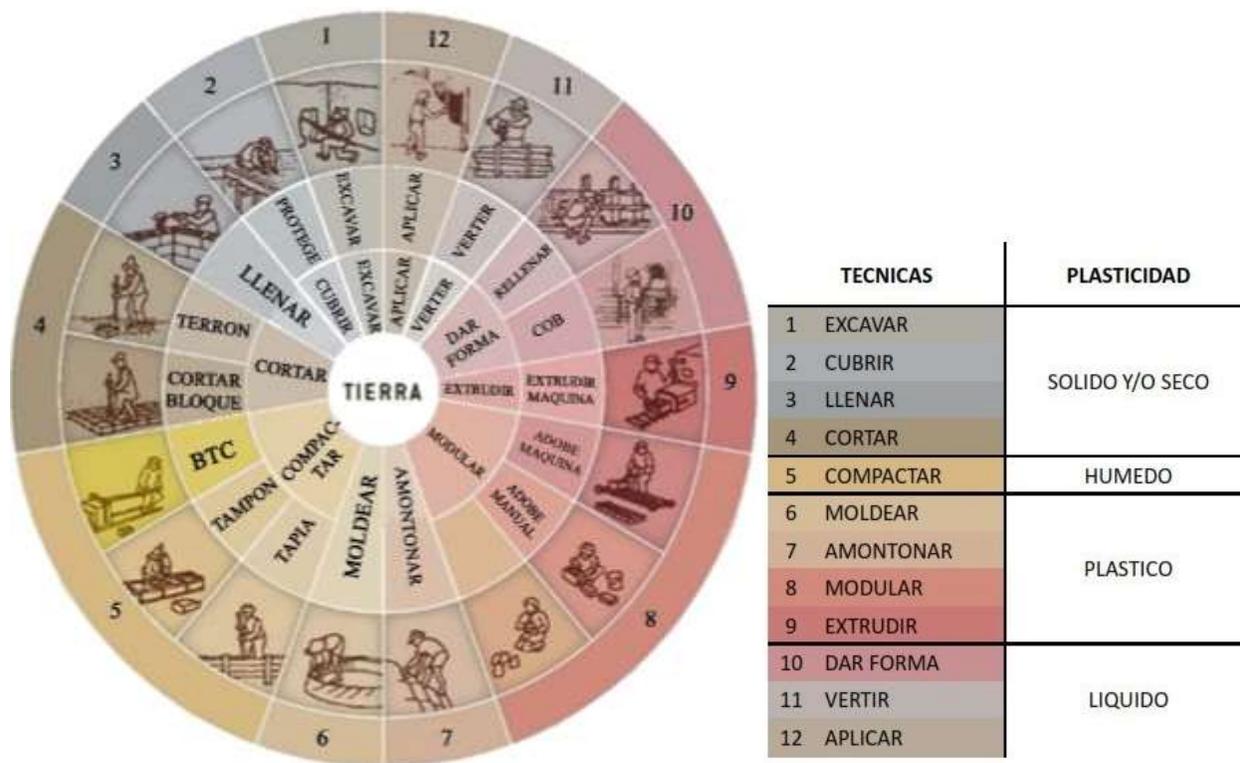
Así pues, las técnicas de construcción con tierra han estado presentes en casi todas las civilizaciones pasadas y se extendieron a través de las invasiones y colonizaciones. En consecuencia, las técnicas nativas se unieron a las técnicas traídas por los extranjeros y, con variadas combinaciones entre ellas, se adaptaron y organizaron de tal forma que fueran la más apropiadas para la construcción. Las técnicas presentan similitudes de una región a otra, pero cada una tiene peculiaridades y nomenclatura propia.” (Neves, Faria, Rotondaro, Cevallos, & Hoffmann, 2009, pág. 9)

Por consiguiente, la construcción con tierra se ha desarrollado básicamente a partir de la transmisión de conocimientos de origen popular que, como todo saber tradicional, consiste en la manifestación de respuestas lógicas a necesidades locales, así como a las condicionantes y recursos que ofrece el medio natural.” No obstante, los conocimientos tradicionales presentan el inconveniente de que, por haber sido transferidos oralmente y mediante experiencias vivenciales

de una generación a otra, rara vez se cuenta con documentos técnicos que permitan su caracterización y difusión.”. (Guerrero, 2007, pág. 182).

En la actualidad existe gran variedad de técnicas de construcción con tierra que han sido clasificadas y ordenadas en un esquema grafico conocido como rueda de las técnicas (Figura 4). Las técnicas de construcción en tierra son muy variadas: en la gráfica se representan doce métodos de construcción. Estas son clasificadas en función de la plasticidad del material tierra respecto a su aplicación en obra: seco, húmedo, plástico, viscoso o incluso líquido (Gatti, 2012, pág. 22).

Ilustración 4: Clasificación de las Técnicas de Construcción con Tierra de acuerdo al estado del material y la manera en que se aplica.



Fuente: Adaptado de: Gatti, F.2012.

4.1.2 Causas iniciales del desistimiento de la arquitectura vernácula y la industrialización en la construcción como punto de inflexión

Es complejo determinar una fecha concreta que generalice y refleje el desuso de técnicas constructivas vernáculas basadas en la utilización de materiales locales (tierra, madera, piedra, etc.), ya que estas técnicas no se perdieron del todo, sin embargo, existen variables que permiten comprender porque se remplazaron los sistemas vernáculos de construcción por nuevos procedimientos constructivos y esto responde a factores cuantitativos: la urbanización, relacionado al movimiento poblacional y económico y los factores cualitativos: ligados a lo cultural, social y tecnológico. (Gamboa, 2016, *pág.43*).

También otra gran variable que transformó y desplazó lo que hasta entonces eran los sistemas y materiales tradicionales y vernáculos fue la revolución industrial que desencadenó una evolución tecnológica, social, cultural y política. La gran transformación en los sistemas de construcción se da con la fabricación de nuevo material de construcción como el hierro, acero y cemento, y el vidrio, Con éstos se construirán lugares funcionales surgidos de las necesidades de la nueva sociedad capitalista e industrial, lugares donde se necesiten grandes espacios diáfanos, invernaderos, mercados, naves, fábricas, puentes, bibliotecas, etc. (Galvan,2009, *pág.18*).

debido a la aparición de estos nuevos materiales con infinitas posibilidades que representaban la idea del avance y futurismo, siendo especialmente innovadores en las obras públicas como por ejemplo la construcción de puentes (Buegos,2009, *pág.10*), de repente el hormigón era la viva imagen del éxito, la estética y la modernidad todo el mundo quería vivir en una casa hecha de un material tan robusto, resistente y relativamente barato que fueron propulsadas como máquinas para vivir por arquitectos como Le Corbusier (Andres lempik,2013, *pág.20*)

Gracias a la globalización, la imagen de la casa moderna de hormigón como símbolo de estatus social y su deseo por parte del público ha llegado a todos los rincones del planeta consecuentemente las civilizaciones que han sido los mayores exponentes de la tierra cruda como África y Asia y Sur Americana , son ahora víctimas de prejuicios inducidos por las sociedades occidentales , La tierra paso a ser un material Sucio, poco noble y destinado a las clases sociales bajas, de esta manera se desato de cierta forma la inmensa expansión y crecimiento económico de culturas como EEUU, emiratos Árabes. (Ruiz,2016, *pág.41*)

En consecuencia, en la actualidad la construcción con tierra se considera un símbolo de precariedad y marginalidad relacionado con los sistemas modernos imperantes. Los prejuicios contra la tierra son contradictorios y generalmente relacionados con la ignorancia. Para muchas personas resulta difícil concebir que un material natural como la tierra no necesite ser procesado. La siguiente frase es característica de un albañil que debe construir un muro con adobes: "Esto es como la Edad Media"; "Ahora tenemos que ensuciarnos las manos con este barro. (Minke,2012, *pág.23*).

4.1.3 La tierra como un material ancestral en la arquitectura tradicional en Colombia.

El territorio colombiano en los años 500 A.C, fue habitado por la cultura indígena muisca, la cual ocupó la mayor parte de la región andina. Donde gran parte de su cultura constructiva se desarrolló mediante la implementación de materiales perecederos, por lo cual no se puede contar con mayor evidencia arqueológica, aparte de algunos cimientos en piedra, pero según la descripción de los cronistas, la vivienda era un bohío con cubierta de paja y paredes en bahareque, organizados en pequeños núcleos. (Sanchez, 2007, *pág.242.*)

Así mismo las edificaciones construidas a mediados del S.XVII Y XVIII en el país eran de tierra apisonada, su cubierta de palma, en tierras calientes y templadas, o de paja en las zonas

frías. Los muros indígenas eran ‘embutidos’ (reellenos con tierra) o de bahareque (sólo recubiertos con tierra) sobre una estructura de guaduas o varas de madera ‘redonda’ (sin aserrar). En éstas, su construcción, junto a su función, emplazamiento, forma y método con que se proyecta, juega un importante papel: seleccionar el sistema más conveniente de acuerdo con los materiales posibles, directamente de la naturaleza (tierra, piedra, madera). Los muros de piedra, ladrillo o tierra, tapia pisada o adobes, (Corradine,1989, *pág.55*).

Posteriormente la unión de los conocimientos de las civilizaciones prehispánicas con la tradición constructiva traída de Europa, de antigua raíz islámica, traída por españoles y portugueses, genero una vasta edificación de haciendas, templos, conventos, palacios, edificios, presidios y mucha arquitectura doméstica. Es así como la arquitectura en época de la colonia dejo como conjuntos de arquitectura en los centros históricos y amplias áreas de los sectores urbanos y rurales del país. (Sánchez. 1999, *pág.25*). En la actualidad estas edificaciones conforman la lista de 1.163 bienes de interés cultural de carácter nacional que poseen declaratoria, donde están construidos total o parcialmente en tierra, un tercio de las 410 estaciones de ferrocarril inventariadas, el 50% de la arquitectura religiosa, varios elementos aislados de arquitectura militar, y aproximadamente el 60% de casas, quintas, casonas y haciendas; y de los 46 sectores urbanos (entre 11.000 y 12.000 predios) el 70%-80% usan algún tipo de tierra cruda. (Nieto 2006)

4.2 EL BLOQUE DE TIERRA COMPACTADA O BTC COMO RESULTADO DEL MEJORAMIENTO DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS ANCESTRALES

4.2.1. Orígenes y aplicación del BTC.

Se podría decir que esta técnica constructiva del bloque de tierra comprimida (BTC) es la evolución del adobe convencional la cual se desarrolló en la década de 1950 en Colombia, como

un producto de investigación del Centro Interamericano de Vivienda (CINVA) para producir materiales de construcción de bajo costo. De esta investigación nació la prensa CINVA-RAM, herramienta crucial, con la que se produce el BTC, nombrada así por el Centro Interamericano de Vivienda y por el apellido del desarrollador, Ing. Raúl Ramírez. (Ángel & Sánchez, 1990, *pág.33*).

Los bloques de tierra compactada (BTC) conforman una alternativa económica y segura para la construcción de viviendas, es un material de construcción que presenta ventajas sobre el adobe tradicional, conservando sus características de confort e incrementando su resistencia mecánica. A diferencia del adobe tradicional Estos bloques tienen la ventaja de tener medidas constantes y superficies lisas. (Arteaga, 2011, *pág.19*).

Es así como en la década de los 50 se llevaron a cabo programas para la construcción de escuelas y casas. En la vereda El Salitre de Tabio, Colombia, con la colaboración de diversas entidades y con el aporte de la mano de obra de los campesinos de la región, se construyó la escuela de 350 m² cuyo costo final por metro cuadrado se reducía hasta un 60% del metro cuadrado de construcción utilizado corrientemente en otras escuelas. Otra obra fue el prototipo de vivienda campesina (1957) para zonas de altiplano. Otras casas en Colombia se fabricaron en San Jerónimo (1956), Caicedonia, Chambimbal (1957). En el continente americano, casas en Trinidad y Tobago, Bolivia, Argentina, Chile, Estados Unidos, Guatemala, Costa Rica, México, Panamá. (Sánchez, 2007, *pág.9*)

Posteriormente a esto en la década del 70 y 80 gracias al prestigio adquirido por el suelo estabilizado y a las investigaciones que se estaban desarrollando, se potencializó el uso del bloque de tierra comprimida o BTC, aparecieron nuevas prensas mecánicas y motorizadas, es así como en 1987 el uso del bloque de tierra compactada en Colombia, avanzó a otra etapa en la

aplicación y desarrollo de esta tecnología, mediante de la construcción e del edificio en altura Bello Horizonte en Bogotá (Ilustración 5) ya en el cambio de milenio, llega la automatización total, gracias a esto en Villa de Leyva, en 1997, se propuso un proyecto de 140 viviendas. (Avellaneda. 1999, *pág.25*).

Ilustración 5: Edificio Bello Horizonte.



Fuente: *Recurso en línea <https://www.tierratec.com/project/edificio-bello-horizonte/> 2016*

4.2.3 CARACTERISTICAS PRINCIPALES DEL BTC

El bloque de tierra comprimida, o BTC (en inglés, CEB), es un material de construcción fabricado con una mezcla de tierra (82,75%), arena (6,20%) y de ser necesario un material estabilizante (11,03%), como cal aérea, cemento, arcilla, este elemento se elabora sometiendo tierra húmeda a un proceso de compresión estática o dinámica, utilizando una prensa para un posterior desmoldado. Con esta alternativa se obtienen muros más resistentes a la compresión, flexión y una elevada resistencia a la erosión con lo cual se obtiene un material con mejor comportamiento ante los sismos. (Caballero.2010, *pág.52*)

Este material tiene propiedades únicas de regulación de humedad y acumulación de calor, absorben la humedad cuando el tiempo es húmedo y la liberan cuando el aire es seco. No emite gases ni sustancias peligrosas a la atmósfera interior y además neutraliza el humo del tabaco. La humedad relativa constante (del 50% aproximadamente) que se mantiene en el interior de una casa de BTC evita la formación de hongos, sus usuarios podrán siempre «respirar aire fresco», importante sobre todo para personas con problemas respiratorios. (Minke. 2005, *pág. 28*)

Los bloques presentan diversas características según su elaboración, ya que la máquina facilita el empleo de moldes; pueden ser perforados, lo cual los hace más ligeros, teniendo la posibilidad de reforzarlos; también pueden presentar curvaturas, para ser utilizados estructural y arquitectónicamente. (Medina & Junco. 2011). Para la ejecución de la mampostería se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Las capas horizontales del mortero no deben tener un espesor mayor a 2 cm.
- Las uniones verticales deben rellenarse completamente con mortero.
- La calidad del mortero debe ser elevada con un alto contenido de arcilla para obtener una buena adherencia y una alta resistencia a la flexión.
- Los adobes deben mojarse antes de su colocación.
- Para mejorar la resistencia de sismos se plantea reforzar con elementos verticales (caña o hierro) en cada intersección o en los espacios intermedios y si estos elementos están arriostrados con el encadenado.

4.2.4 Ventajas y Consideraciones técnicas del sistema constructivo con bloques de tierra compactada o BTC

las construcciones elaboradas con BTC han demostrado tener mayor número de beneficios que las construcciones tradicionales, donde se encuentran ventajas frente a estos sistemas tradicionales, tales como:

Higroscopicidad

Los bloques de tierra pueden absorber 30 veces más humedad que las piezas de cerámica en un período de dos días. Aunque absorban tanta humedad, las paredes no pierden sus propiedades iniciales, favoreciendo así el confort y bienestar de los usuarios. (Minke, 2005, *pág.28*)

Inercia térmica

Las construcciones con bloques de tierra compactada gracias a su inercia térmica que es la capacidad que tiene la tierra de almacenar energía dentro de su estructura para más tarde liberarla en un proceso que dura 10 horas, garantizando así confort en el interior de la vivienda. Por consiguiente, se hace un sistema propicio para ser utilizado con éxito en diferentes condiciones climáticas (Freixanet; Tepale 2016, *pág.25*)

Aislamiento acústico

Los muros fabricados a base de tierra transmiten mal las vibraciones sonoras, de modo que se convierten en una barrera eficaz contra el ruido indeseado. Teniendo así mejores propiedades de aislamiento acústico que los de muros convencionales. Aunque esta característica puede variar dependiendo de la densidad, los agregados y granulometría de la tierra. (Sandoval & Guerra, 2014, *pág.10*)

Sostenibilidad

Los bloques de tierra compactada o BTC, al estar conformados en su mayoría por tierra natural son reciclables y reutilizables, una vez finalizada su vida útil puede incorporarse a la biosfera, diferencia de los materiales tradicionales como el ladrillo concreto o acero. Los edificios de tierra que no están en uso tampoco generan problema de degradación ambiental ni alteran las condiciones bioclimáticas. (Gatti, 2012, *pág.7*)

Sin embargo, a pesar de ser un material con grandes beneficios, existen consideraciones que deben ser tomadas en cuenta al usarlo, estas pueden ser vistas como vulnerabilidades, por ejemplo, la poca o nula protección de los muros contra su debilitamiento por el fenómeno de erosión. Que pueden ser reducidas mediante los controles de la tierra y los estabilizantes utilizados, el dimensionamiento adecuado de las piezas y los muros, tanto de la cimentación como del muro portante, o las vigas y pilares. De igual forma resalta que también se pueden producir fallas en las estructuras con bloques de tierra comprimida cuando se realizan construcción en terrenos blandos. (Vélez, 2011, *pág.28*)

5. MARCO CONCEPTUAL

Este marco conceptual permite comprender a profundidad la terminología usada a lo largo del documento aclarando los términos más importantes.

Arquitectura vernácula: el término “arquitectura vernácula” se define como el proceso de creación arquitectónica por parte del individuo, sin la necesidad de un arquitecto, lo cual conlleva un proceso meramente instintivo, resolviendo sus necesidades primordiales que son las de refugio y desarrollo de sus actividades dentro de su entorno. (*Contreras & Contreras, 2017, pág. 68*), la arquitectura vernácula es el testimonio material construido vinculado a un lugar, un pueblo y una tradición, que pretende definir la identidad de un territorio y sus factores de diferenciación cultural. (*Jiménez & Cirera, 2014, pág. 120*).

Las técnicas constructivas en esta arquitectura pueden ser adquirida bien por procesos evolutivos endógenos o por préstamos culturales de una u otra manera, que han servido para dar respuesta a las necesidades físicas y sociales de un colectivo, generando modelos arquitectónicos, técnicas constructivas, diseños espaciales y resultados estéticos. La variedad de sus modelos debe reflejar la diversidad interna de la estructura social y económica, es por ello

que el valor de lo vernáculo radica en que son textos documentales, libros abiertos que nos hablan del pasado y del presente, de la evolución de una colectividad. Así, las poblaciones y su entorno, de la latitud que sean, se convierten en escenarios muy concretos, paisajes culturales donde percibir y contrastar todo ese juego de relaciones existentes entre los seres humanos, y entre estos y su entorno natural.

El patrimonio vernáculo construido constituye el modo natural y tradicional en que las comunidades han producido su propio hábitat. Forma parte de un proceso continuo, que incluye cambios necesarios y una continua adaptación como respuesta a los requerimientos sociales y ambientales.

Arquitectura ecológica: El concepto de arquitectura ecológica, se puede definir como aquella forma de crear arquitectura la cual optimiza los recursos, con respecto a la construcción, realiza conservación y mantenimiento de las edificaciones; igualmente, considera materiales locales, para así generar un impacto positivo en el territorio, teniendo en cuenta que el diseño del proyecto se adapte al clima local y al paisaje local, que incorpore aportaciones culturales y procedimientos constructivos autóctonos del entorno, y que consuma energías renovables (Godoy & Ríos, 2018) por otra parte las construcciones ecológicas deben orientarse a encontrar una arquitectura capaz de expresar conscientemente el desarrollo técnico, social y cultural. (Reinberg, 2009, pág. 8) por ello la arquitectura ecológica considera el respeto por el medioambiente hasta lo vernáculo, considerando un punto importante para el desarrollo de la pasantía, puesto que genera un gran impacto en las construcciones tradicionales restituyendo un sentido ambiental y cultural.

Eficiencia energética en la edificación: la eficiencia energética es la obtención de los mismos bienes y servicios energéticos, pero con mucha menos energía, con la misma o mayor

calidad de vida, con menos contaminación, (*asociación de Estudio y Defensa de la Naturaleza, 2018*) por esto un edificio energéticamente eficiente es aquel que minimiza el uso de las energías convencionales, de modo de reducir su demanda energética, y hacer uso racional de la energía final requerida, a través de estrategias de diseño pasivas y activas. (*Zhovkva, 2020, pág. 309*).

Sistema bloque de tierra compactada (BTC): El impacto que genera la construcción en el medioambiente hace que la humanidad busque alternativas para aprovechar de forma adecuada los recursos que ofrece la naturaleza, aún más si se consideran las actuales proporciones de contaminación. A través de la construcción con tierra se disminuye este impacto, dado que se evita la alteración de los ecosistemas, algunos de los materiales utilizados desde el inicio de la construcción eran el lodo, grumos de barro, piedras, madera y fibras naturales, que corresponden con sistemas constructivos tradicionales y dignos. La implementación de los materiales dependía del lugar en el cual se realizaba la construcción, pero siempre se utilizaba la tierra o el barro, cuya granulometría y estado de humedad determina el sistema constructivo, el bloque de tierra comprimida (*BTC*) es de fácil producción, y su utilización es una técnica de mayor eficiencia y rapidez; para que su desempeño estructural tenga mayor estabilidad. (*Medina, K. & Medina, Ó., 2011, pág. 57*). Como beneficio al medio ambiente, los procesos de manufactura de los bloques compactados son de bajo impacto porque se emplea poca energía en su producción. Además, según el (*Auroville Earth Institute noviembre 2007*), en comparación con el tabique, en la producción de los bloques de tierra comprimida se desprenden 7.9 veces menos emisiones al ambiente de CO₂ y se consume 4.9 veces menos energía. Dado que las ventajas térmicas del material significan un mayor confort interior para los usuarios del lugar, se reduce el uso de aparatos de acondicionamiento de aire y, por tanto, el consumo de energía.

Habitabilidad en la construcción: El crecimiento poblacional y el cambio climático afectan la habitabilidad de las edificaciones. Por ello, estas enfrentan una alta demanda de recursos y energía que comprometen la sostenibilidad de las mismas, por tanto, se genera un mayor impacto ambiental y se compromete la salud del hombre. Efectivamente, los edificios, al ser construidos, se convierten en una fuente indirecta de contaminación debido al consumo de recursos que requieren para su buen funcionamiento (*Ramírez, 2002, p. 30*). Es por esto que el concepto de habitabilidad adquiere crucial importancia. Se puede definir la habitabilidad como la capacidad que tiene un edificio para asegurar condiciones mínimas de confort y salubridad a sus habitantes. En este orden de ideas, un mal diseño ocasiona que no se responda a las condiciones óptimas para que se mantenga la vida humana. Entonces, las edificaciones requieren dentro de sus diseños elementos que recuperen el equilibrio con el ambiente para que puedan ser sostenibles. Asimismo, este equilibrio requiere de una gran capacidad de adaptabilidad a cambios extremos generados por el cambio climático, que le permitan garantizar las condiciones mínimas para la vida, es decir, garantizar una capacidad de resiliencia en las edificaciones. Por tanto, la respuesta a esta problemática debe estar dirigida a diseñar edificaciones resilientes, que permitan una adecuada solución a este fenómeno. (*Rueda, 2004, pág. 114*).

Confort Térmico: El confort térmico se define como “condición de la mente que expresa satisfacción con el ambiente térmico” (*ISO 7730,2005*), el cual “se determina a partir de evaluaciones subjetivas” (*ANSI/ASHRAE 55,2010, pág.3*), en la actualidad, existen dos teorías relacionadas con la definición de confort térmico. Por un lado, tenemos la teoría del balance térmico y por otro la teoría adaptativa. Ambas coexisten, y cada una tiene sus límites y potencialidades. Donde, la adaptación térmica es “el decremento gradual de respuesta del organismo a repetida exposiciones a estímulos que se reciben de un medio ambiente específico”.

(*Nikolopoulou y Steemers, 2003, pág.25*), en este sentido, la percepción térmica de las personas está en función de las sensaciones físicas y psicológicas que les genera el conjunto de estímulos derivados del ambiente térmico, la actividad desarrollada, el grado de arropamiento, la experiencia (historial térmico) y la expectativa; por ende, la sensación de confort térmico es producto del grado de adaptación que las personas manifiestan con relación a las condiciones del ambiente térmico inmediato. En un espacio habitable, los parámetros que constituyen el ambiente térmico son de tipo meteorológico, fisiológico, espacial (arquitectónico o natural) y circunstancial (*Szokolay, 2004, pág.64*)

6. MARCO LEGAL

EL marco normativo es fundamental puesto que permite conocer cuáles son las leyes, normas y planes que se deben tener en cuenta para ejecutar una propuesta coherente y con unas bases sólidas desde los ámbitos legales y jurídico, por lo anterior se toman en cuenta las siguientes normas tanto nacionales como internacionales.

NORMATIVA TECNICA COLOMBIANA NTC 5324

Esta es una norma editada por ICONTEC, siendo una traducción de la norma experimental francesa XP P13-901,2001(24) de AFNOR sobre el BTC. Donde se definen las características generales que deben cumplir los bloques macizos de suelo cemento para muros y divisiones. describe los ensayos propios para determinar dichas características. Esta NTC se aplica a bloques de suelo cemento destinados a la construcción de muros y divisiones en edificaciones, se aplica únicamente a los bloques destinados a ser utilizados en edificaciones u obras que no estén sometidas a las condiciones de hielo y deshielo, no se aplica a los bloques obtenidos por extrusión.

NORMATIVA TECNICA NTC 3495

Establece como determinar la resistencia a la compresión de bloques o elementos de mampostería. Este método de ensayo comprende los procedimientos para la elaboración y ensayo de muros de mampostería, y los procedimientos para determinar la resistencia a la compresión de la mampostería, cuando se usa para investigación y se usa para guías de control, es extraída de la norma ASTM E 447.

NORMA SISMO RESISTENTE NSR- 10 TITULO D – MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL

El reglamento colombiano de construcción sismo resistente es la norma que regula todos los puntos de vista que predominan a la hora de realizar construcciones, con el único fin de garantizar que las estructuras no colapsen para así poder preservar vidas humanas, dentro de los aspectos que se tienen en cuenta para este reglamento está el título D – mampostería estructural, en el cual se establecen los requisitos que se deben cumplir para el diseño y construcción de estructuras en mampostería, como requisito de construcción tenemos que los bloques que se empleen en la construcción de muros de mampostería confinada deben tener al menos la resistencia mínima de acuerdo a la Tabla 5, según el tipo de bloque.

Tabla 2: Tabla D.10.3-1 resistencias mínimas fuente NSR-10 TITULO D

ELEMENTO CONSTRUCTIVO	RESISTENCIA
Bloques Macizos	F_{1cr} (MPa)
Tolete de Arcilla	15
Bloque de perforación Horizontal de arcilla	3
Bloque de perforación Vertical de concreto o de arcilla (sobre área neta)	5

Fuente: NSR-10 TITULO D

NORMA SISMO RESISTENTE NSR- 10 TITULO E – CASAS DE UNO Y DOS PISOS

Este Título establece los requisitos para la construcción de viviendas sismo-resistentes de uno y dos pisos, de mampostería confinada y de bahareque en cementado. Esta norma no tiene lineamientos sobre viviendas en Bloques de tierra compactada (BTC), pero puede servir como guía ya que Establece condiciones estructurales que permitan el correcto funcionamiento de las viviendas de uno y dos pisos ante las cargas verticales y laterales.

NORMAS PERUANAS NTE 080. (NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN).

Esta norma en sus artículos Artículo 1;2;3;4 y 5 Comprende lo referente al adobe simple o estabilizado. El objetivo es proyectar edificaciones de interés social y bajo costo. Esta Norma se orienta a mejorar el actual sistema constructivo con adobe compactado.

NORMA ESPAÑOLA UNE 41410-2008 (UNA NORMA ESPAÑOLA

Es la primera norma española de construcción en tierra, y primera norma europea actual no experimental para bloques de tierra comprimida, emitida por el subcomité AEN/CTN 41 SC 10 “Edificación con tierra cruda” de AENOR. Esta norma establece. Requisitos, definiciones, especificaciones y métodos de ensayo para los bloques de tierra comprimida para muros y tabiques, además establece la adecuada selección de suelos y los tipos de ensayos a realizar.

NORMATIVA ESTADOUNIDENSE ASTM E2392 M10 (SOCIEDAD AMERICANA DE PRUEBAS DE MATERIALES).

Esta norma define en su alcance “guías para sistemas de edificación con tierra y menciona requerimientos técnicos y consideraciones para el desarrollo sostenible”, es así como Establece todos los ensayos de laboratorio que se requiere para analizar una muestra de suelo, que permiten definir las características que deben contener los bloques de tierra y verificar de

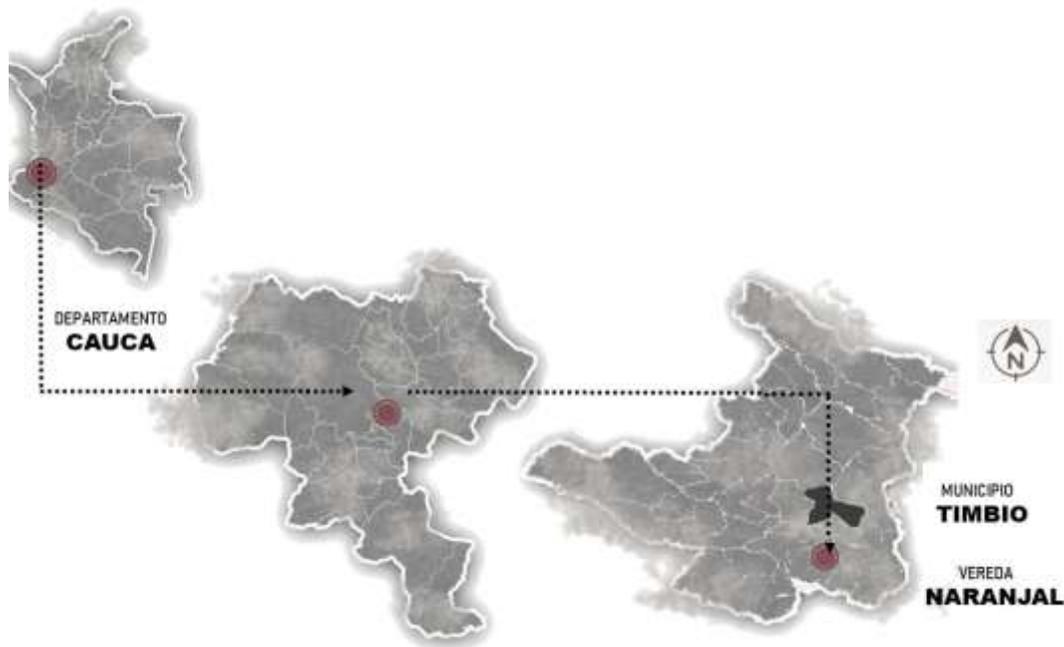
manera técnica sus componentes, dando lugar a que se apliquen ciertos ensayos en campo y en laboratorio.

7. MARCO CONTEXTUAL

7.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

CONTEXTUALIZACIÓN Y LOCALIZACIÓN

Ilustración 6: Localización Colombia- Cauca-Tímbio- Vereda el Naranjal



Fuente: Elaboración propia Carlos Meneses, según Google earth 2020

Inicio de la pasantía de acuerdo al apoyo en el diseño del proyecto arquitectónico de carácter residencial ubicado en la vereda el naranjal corregimiento del municipio de Tímbio ubicado en la parte suroccidental de Colombia, en la zona centro del Cauca, hace parte de la meseta de Popayán o valle interandino de Pubenza, formado en medio de las cordilleras central y occidental, Por el norte limita con el Municipio de Popayán en una extensión de 10 Km. Por el sur con el Municipio de Rosas en un perímetro de 6 Km. Por el oriente con el Municipio de Sotará en una longitud de 15 Km., y al occidente con el Municipio del Tambo en una extensión

de 20. La superficie del Municipio comprende una extensión de 18.000 Hectáreas. (180 Kilómetros Cuadrados).

Población del municipio de 34 800 habitantes, en cabeceras: 13.269 hab. y población rural: 20.614, se calcula que para el 2021 la población en Tímbio sea de 36 573 hab. (*Plan Básico de ordenamiento territorial Tímbio 2015*).

Ilustración 7: Mapa Tímbio Cuca, vereda Naranjal



Fuente: Elaboración propia, Carlos Meneses, a partir de Google earth 2020

7. 2 DESCRIPCIÓN EMPRESA

La pasantía como opción de grado se realizó en el apoyo del diseño arquitectónico de la casa tenorio, donde se implementó el sistema constructivo en muros de tierra compactada o BTC a cargo de la oficina dos más dos arquitectos sas.

Nombre de la empresa: Dos Mas Dos Arquitectos s.a.s

Ubicación de la empresa: Calle 7 Norte # 9-40

Representante legal: Arquitecto Javier Barrera Guzmán

Gerente del proyecto: Arquitecto Javier Barrera Guzmán

Director del proyecto: Arquitecto Javier Barrera Guzmán

Descripción de la empresa:

La empresa desarrolla su actividad profesional en la consultoría, diseño y ejecución de proyectos arquitectónicos de carácter público y privado, en diferentes municipios del país, sus proyectos se enfocaron en el desarrollo de vivienda mediante el uso de sistemas constructivos sustentables y la rehabilitación del patrimonio regional. También han participado consultorías, con universidades, instituciones culturales, fundaciones y agencias de desarrollo, derivando así en propuestas de intervención de espacio público, diseño de mobiliario urbano y políticas e planeación.

7.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA RESIDENCIAL

EL proyecto surge con base a la gran necesidad de vivienda nueva o mejoramiento de la misma, que empieza a manifestarse en el municipio de Tímbio al sur de departamento de Cauca, y es una de las problemáticas más sobresalientes tanto en zona urbana como en la zona rural, teniendo en cuenta que comparten casi el mismo porcentaje de población, en la cabecera como en sus veredas circunvecinas. De ahí que un 32.31% de la población de este municipio pertenece a la zona urbana y un 52.53% a zona rural, debido a esto la zona rural cuenta con un déficit de más del 50% de viviendas en condiciones adecuadas. (Base de datos Censo DANE, 2018).

Por consiguiente, el proyecto se desarrolla en un contexto rural donde el 94% de las edificaciones son viviendas campesinas tradicionales, mientras el otro 6% pertenece a las nuevas tipologías de vivienda, (apta, cuartos), manteniendo la vivienda indígena rural como la principal forma de vivir. (Base de datos Censo DANE, 2018).

Por lo tanto, la oficina DOSMASDOS ARQUITECTOS SAS asume el reto de implementar sistemas constructivos tradicionales en tierra como el BTC, pretendiendo así dar

respuesta a las condiciones físicas y sociales del territorio, respetando la identidad, el patrimonio cultural y arquitectónico de la región.

8. METODOLOGÍA

8.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El desarrollo de la pasantía se llevó a cabo bajo un proceso de investigación siguiendo el esquema de Roberto Sampieri, donde se establece una metodología de tipo exploratoria, descriptiva y explicativa, la cual se ejecutó mediante la compilación de información, implementación de datos, buscando así analizar y especificar las propiedades importantes de la tierra en el proceso de diseño previo al proceso constructivo de muros de BTC.,

8.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Diseño metodológico

La pasantía se desarrolló en 2 fases. La primera correspondió a la recolección de información a través de diversas fuentes secundarias como lo son textos relacionados, artículos, información institucional, bases de datos, normatividad e informes. Esta etapa es un instrumento de reconocimiento teórico para el proceso de análisis.

La segunda fase parte de un periodo de diseño de los planos técnicos y arquitectónicos que se desarrollaron en el transcurso de la pasantía los cuales optimizaran el proceso constructivo del proyecto arquitectónico.

8.3 PROCESO METODOLÓGICO

Recolección de información: En esta etapa se debe realizar todo lo concierne al reconocimiento del área de trabajo, estudio, análisis e identificación de la información obtenida por la empresa y demás datos relevantes. previo al proceso de diseño y/o elaboración de los planos técnicos y arquitectónicos

- Investigar las adecuadas técnicas en los procesos de fabricación de los muros de tierra
- Analizar los requerimientos técnicos y normativos del sistema constructivo que se va a implementar en el proyecto.
- Estudiar ventajas y desventajas en la implementación de sistemas constructivos en muros de tierra en los proyectos arquitectónicos

Análisis y Diseño: desarrollo de actividades administrativas donde se llevó a cabo el apoyo en la elaboración de planos técnicos y arquitectónicos de los sistemas constructivos en muros de tierra compactada, aplicando los conocimientos obtenidos mediante el proceso de retroalimentación en la recolección y estudio de la información previa. Todo esto mediante las siguientes actividades.

- Análisis contextual y teórico.
- Articulación del análisis y propuesta en la estructuración del proyecto
- Elaboración de los requerimientos y documentación correspondiente a al proyecto.
- Elaboración de una guía donde se describa el proceso constructivo en el sistema de muros de tierra o BTC implementado en el diseño arquitectónico de la casa tenorio

Evaluación y conclusiones: Una vez obtenidos los documentos técnicos que contienen los estudios del proyecto propuesto, se desarrollan las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

8.4 RESULTADOS OBTENIDOS

- Estudios para implementación idónea del sistema constructivo en muros de BTC dentro del proyecto de casa tenorio.
- Planos arquitectónicos verificados por normativa
- Documentos de soporte evidencia del proyecto a realizar durante la pasantía.
- Realización de documento, para presentar tanto a la oficina como a la Facultad de Arquitectura de la Fundación Universitaria de Popayán, que consigne la información de las labores realizadas, los procedimientos realizados y demás aportes, registros y formatos que ayuden a disminuir inconvenientes de los procesos constructivos en obra.

9. DESARROLLO DE LA PASANTÍA

A partir de la línea de trabajo de la empresa, los arquitectos buscan generar un aporte desde la arquitectura una visión más objetiva e integral con el uso de los materiales que se van a emplear en el proyecto, ya que, los problemas que están surgiendo por contaminación en el sector de la construcción, del mismo modo buscan responder al fenómeno actual de pérdida de identidad cultural y local de la arquitectura, a causa de la globalización, la internacionalización de las comunidades y la tecnología que ha ido uniformando paulatinamente el paisaje arquitectónico.

9.1 INFORMACION GENERAL DE LA PASANTIA:

- Total, horas realizadas: 960horas
- Fecha de inicio 04 de mayo del 2020
- Fecha de culminación: 04 de octubre del 2020
- Tutor/supervisor pasantía: Arq. Javier Barrera.
- Tutor/director universidad: Arq. Carlos Arias

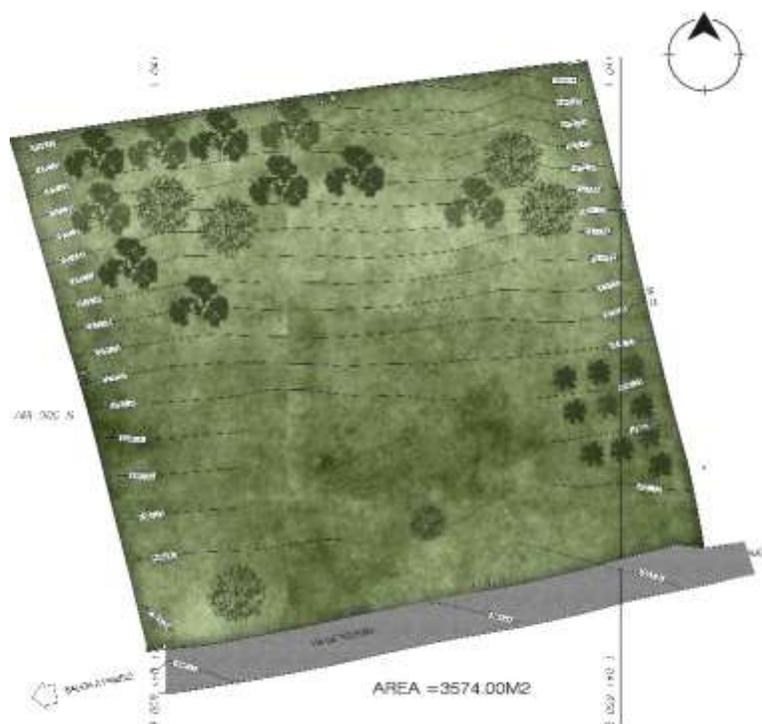
9.2 FASE I: INDUCCIÓN Y CONTEXTULIZACION.

Esta primera fase del proyecto inicia con la presentación de Los arquitectos, Javier Barrera y Mauricio Farinango jefes dentro de la oficina, de diseño, posteriormente se realiza reunión, donde se trataron los diferentes temas y proyectos que se van trabajar a lo largo de la pasantía, se contextualizo a los pasantes del proceso que se llevaba actualmente de cada uno de ellos y cuál es el alcance de los mismos.

Seguido a esto se hace entrega por parte del supervisor de la pasantía, la planimetría y documentación relacionada del proyecto específico a desarrollar:

Plano topográfico: 3574 metros cuadrados del predio con su respectiva vía, construcciones existentes, antejardines, vegetación existente.

Ilustración 8: Planimetría Lote



Fuente: Oficina Dos Mas Dos arquitectos s.a.s 2020

Perfil del usuario:

Tabla 3: Tabla para caracterización perfil de usuario

USUARIO	Ilustración
<p>Persona de sexo femenino con edad de 53 años, tiene como profesión abogada no tiene características particulares que influyan en gran medida a proyecto</p>	
<p>Personal asistencial el cual está monitoreando de forma permanente al adulto mayor requiere lugar de reposo en el proyecto</p>	
<p>Adulto mayor de 78 años, el cual requiere de condiciones especiales dentro del proyecto debido a la movilidad reducida que padece</p>	

Fuente: Oficina Dos Mas Dos arquitectos s.a.s (2020)

Programa arquitectónico

Tabla 4: Programa arquitectónico

AREA	M2
Habitación principal con walk in closet	29.6
Habitación adulto mayor con asistencia medica	20.1
Baño habitación principal	4
Baño para persona con movilidad reducida	9,5
Baño social	2,1
Zona social	57.2
Patio de ropas	7.5
Hall	18
Terraza	45
Parqueadero	26.8
AREA TOTAL	230.8

Fuente: Dos más Dos Arquitectos s.a.s (2020)

Estudio de suelos:

elaborado por el ingeniero Héctor Narvéez Montealegre, del cual se puede concluir que el sector no se presentan movimientos de tierra ni actividades mineras que puedan generar inestabilidad a los terrenos donde se proyecta la construcción, de igual forma el terreno donde se ubica el proyecto no presenta inestabilidad lateral y es semi ondulado con pendientes inferiores al 30%. Al realizarse el sondeo, hasta una profundidad de 2.00m, se encuentra un suelo de unas características físicas apropiadas para construir sobre él, con lo cual se concluye que no es necesario realizar un estudio geotécnico tal como lo especifica el título H de la norma NSR-10. Al realizar el sondeo se encontró, sobre la superficie, una capa vegetal, hasta una profundidad de 0.6m, que debe retirarse, enseguida encontramos el suelo de fundación que es un Limo de color café y presencia de raíces hasta 2.00m de profundidad, de consistencia media a dura y alta

humedad, que debe estar bien compactado en la Profundidad de Desplante de la cimentación, son suelos con condiciones, visuales buenas, material que es común del sector y según otros estudios realizados en el sector, es de buenas condiciones mecánicas, con lo cual se concluye que dicho suelo es apto para cimentar, el tipo de Vivienda de uno o dos niveles.

9.3 ETAPA II: ANÁLISIS PROPOSITIVO

La oficina de diseño Dos Más Dos arquitecturas adelanta en conjunto con su cliente la señora Tata Tenorio la elaboración del proyecto de infraestructura residencial, por lo cual se hace necesario el estudio y diseño arquitectónico, con la finalidad de brindar un servicio que ofrezca total satisfacción y sea adecuado para el cliente.

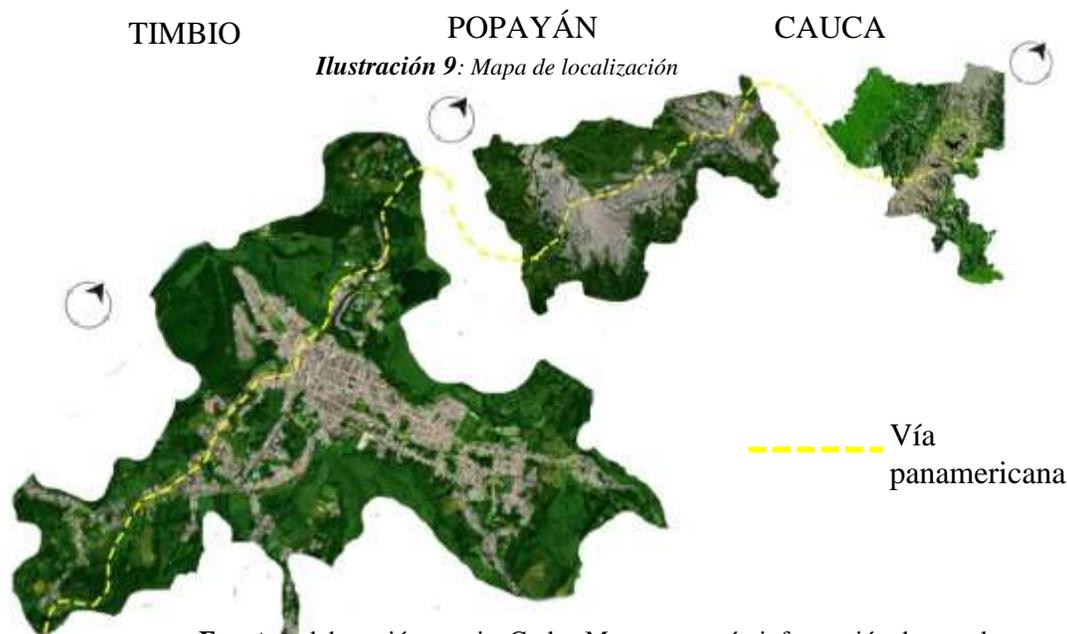
Atendiendo el anterior concepto la empresa se traza como objetivo general, con la contratación de esta consultoría, definir con precisión el proyecto más idóneo para el ESTUDIO Y DISEÑOS DE LA VIVIENDA DENOMNDA “CASA TENORIO”, MUNICIPIO DE TIMBIO CAUCA.

Para el cumplimiento de este producto durante la pasantía se realiza el análisis y diagnóstico del municipio de Tímbio, y área a intervenir, siguiendo la metodología de análisis planteada por Jan Bazant con el fin de realizar una acertada propuesta arquitectónica, contemplado el proyecto desde todas las variables posibles. El análisis y diagnóstico surge con el objetivo de plantear estrategias para la elaboración de la propuesta arquitectónico.

9.3.1 DIAGNOSTICO MUNICIPIO DE TIMBIO - CAUCA

1. Localización

Situado al Sur Occidente de Colombia y en la parte centro oriental del departamento del Cauca: sobre la vertiente occidental de la cordillera central, pertenece al macizo Andino Sur Colombiano dentro del cinturón cafetero y hace parte del pleniaplano de Popayán.



Fuente: elaboración propia, Carlos Meneses, según información de google earht, (2020)

2. Historia

El municipio cuenta con 487 años de historia, fue conquistado por los colonizadores y el ejército de Simón Bolívar. Fundado el primero de noviembre de 1535 por el Capitán Español Juan de Ampudia. Luego de vencer la resistencia de los nativos indígenas, quienes habían conformado la confederación de los Pubeneses al mando del Cacique Caluce y el Cacique Payán, en la descomunal batalla de mastales en el sitio de las cruces. (Casa de la Cultura. Escritura 204 de 1884, Tímbio Cauca). Ya con Respecto a la zona urbana, en el año 1884 el municipio compró al Cabildo indígena de esa época, un terreno equivalente a 60 hectáreas, para el desarrollo del

sector urbano. (PBOT, diagnostico territorial de Tímbo, 2013). Aproximadamente en 1960 se construyen los primeros equipamientos en la zona necesarios vitales para la urbanización, aún están prestando el mismo servicio en el mismo lugar.

Ilustración 10: Morfología histórica de Tímbo

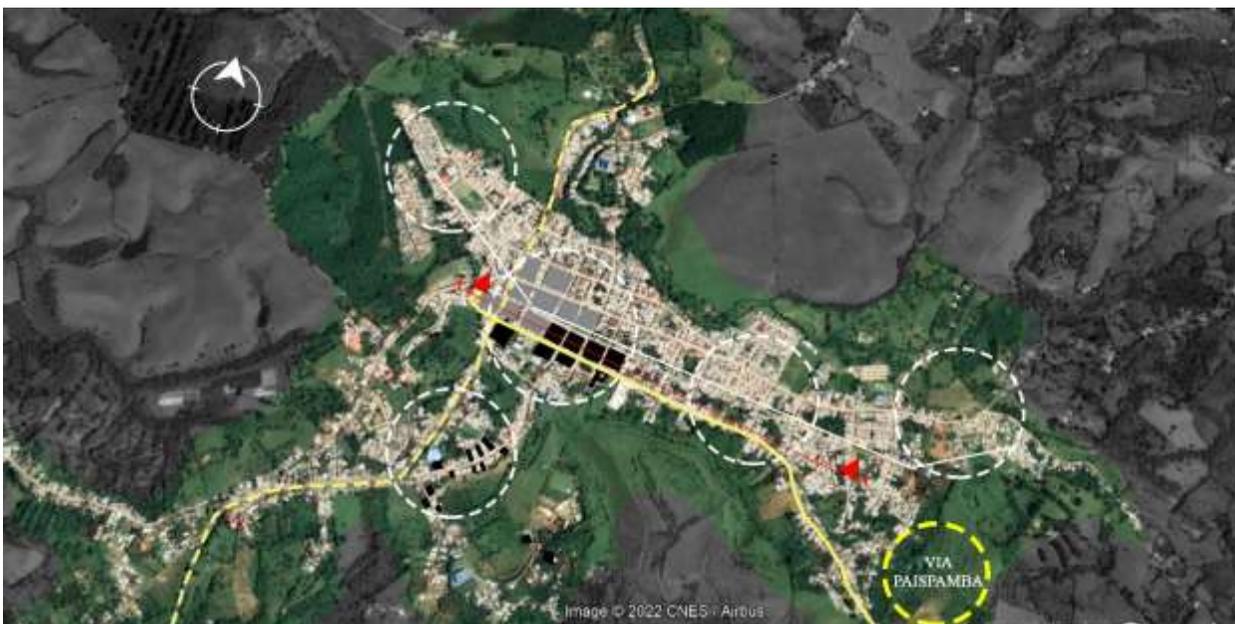


Área consolidada en el año 1884 a 1940 aprox.
 Área consolidada en el año 1940 a 1960 aprox.
 Área consolidada por explosión demográfica.

Fuente: elaboración propia, Carlos Meneses según información de google earht,y Renella.(2020)

3. Morfología

Ilustración 11: Estructura compositiva del municipio de Timbio



Fuente: elaboración propia, Carlos Meneses según información de google earth, y Renella.(2020)

ESTRUCTURA URBANA

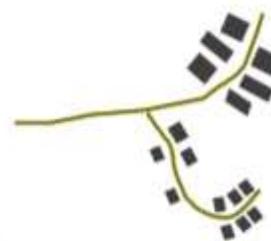
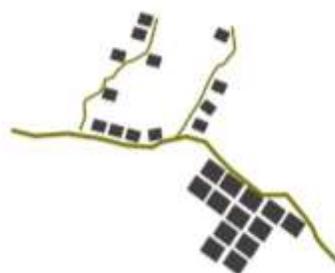
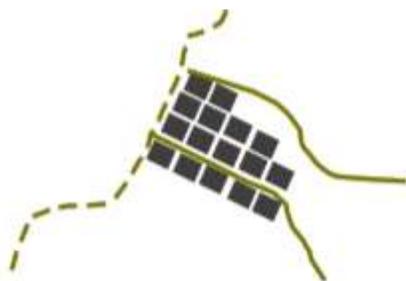
Composición lineal.

Núcleos lineales

Núcleos Lineales dispersos

Núcleos lineales irregulares

Ilustración 12: Estructura urbana



Fuente: Elaboración propia, 2020

Estructuras fundamentales en la incursión del territorio, además de relacionarse con las tierras productivas y ancestrales, ubicación próxima a ejes viales, hitos y nodos del territorio.

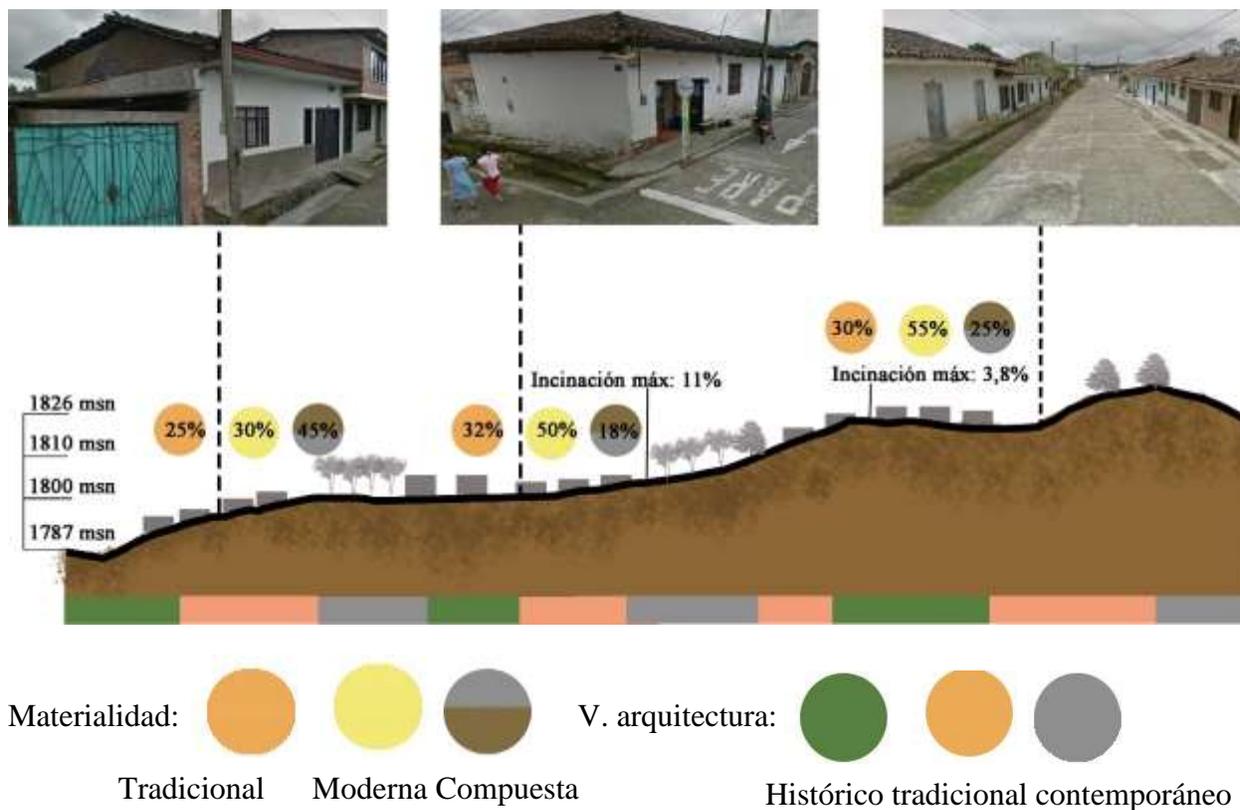
Urbanizaciones que se adentran en el territorio buscando nuevos suelos productivos, articuladas mediante ejes viales secundarios

Urbanizaciones resultantes del desarrollo urbano, implantadas en la periferia, aisladas de conexiones viales importantes.

Arquitectura Sectorial:

el perfil urbano está caracterizado por el predominio de vivienda de uno y dos pisos, lo que en cierta medida según estudio denominado “Urban Skylines: Building Heights And Shapes As Measures Of City Size”, se puede concluir que el consumo energético del territorio y la producción de emisiones contaminantes es relativamente baja, por el hecho de que en el municipio no se presentan edificaciones de gran envergadura, las cuales según dicho estudio más de dos tercios de la energía en los territorios se utiliza en los edificios, principalmente para la refrigeración del espacio, calefacción, iluminación y electricidad..

Ilustración 13: Tipología y Morfología de Tímbio



Fuente: elaboración propia, según información de google earht., (2020)

TEXTURA:

La disposición de los núcleos urbanos en el territorio, modifican la colorimetría de los sectores permitiendo así identificar y clasificar las diferentes texturas.

Ilustración 14: Texturas implementadas comúnmente en vivienda de Tímbio



Fuente: elaboración propia, basado en imágenes tomadas de la web, 2020

4. Geografía

Ilustración 15: Análisis Geográfico. Municipio Tímbio



Cálido – templado – frío 18° - 24° 2000 - 2200° 79% - 78%

Fuente: elaboración propia, según información de google earht, metoblue y Pbot.(2020)

Altimetría Sectorial:

la altimetría municipio está determinado por su localización geográfica sobre el are sub andina lo que genera en el sector una altimetría de 1796 msn a 1814msn.

Ilustración 16: Altimetría del sector



Fuente: elaboración propia, según información de google earht, (2020)

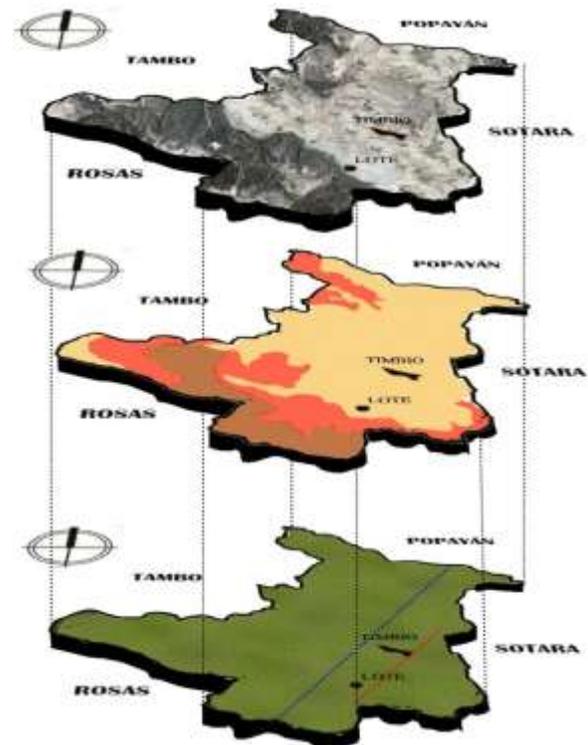
Geografía Territorial:

Los niveles de inclinación en el municipio de Tímbio presentan gran diversidad física, lo que hace que tenga distritos absolutamente diferentes entre sí. La mayor parte del territorio es llano y ligeramente ondulado y solo hacia el sur presenta un relieve montañoso, destacándose los Altos Acristalares, San José y el cerro de Pan de Azúcar. (PBOT,2013)

- Unidad de colina 5- 20% ●
- Unidad de montañosa 25%- 35% ●
- Unidad montañosa estructural 40%- 45% ●

El municipio de Tímbio es atravesado por el sistema de fallas del romeral que corren en dirección norte – sur figurando como principales ramales de la falla: Bolívar Almaguer, Julumito – Rosas y la falla de Morrosquillo – la Tetilla

Ilustración 17: Análisis sobre la Geografía rural. Municipio de Tímbio

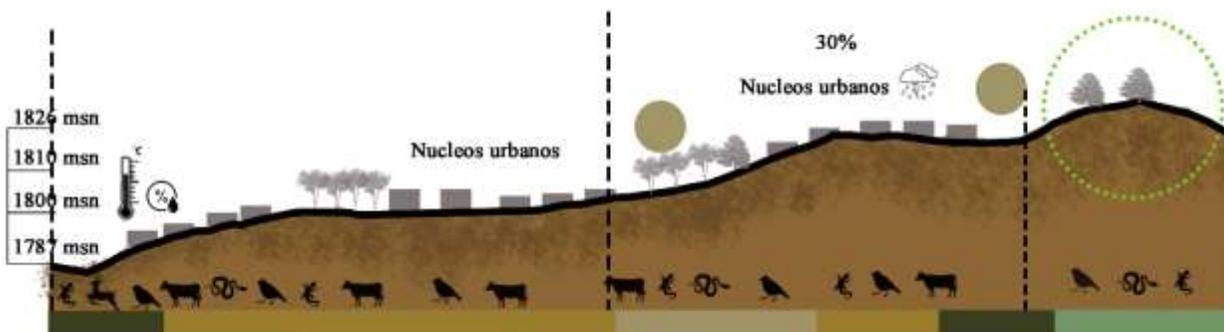


Fuente de ilustración: elaboración propia, según información de google earht y Pbot.(2020)

Fisiografía Sectorial

“La etimología de la palabra fisiografía es physios=naturaleza y graphos=descripción; es decir, se trata de la descripción de las producciones de naturaleza, entendiéndose por naturaleza el conjunto, orden y disposición de todas las entidades que componen el universo “(Villota, 1992, Pág. 4)

Ilustración 18: Corte de fisiografía sectorial



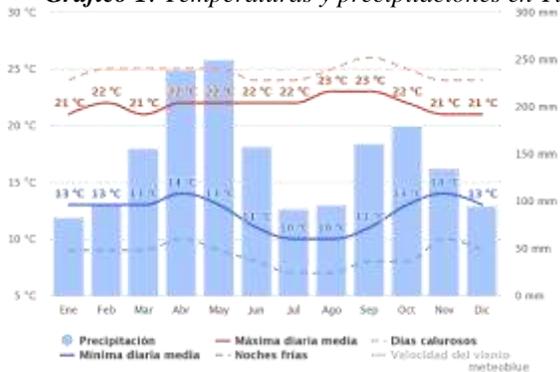
Fuente de ilustración: elaboración propia, 2020

- Vallecito cóncavo
- Vallecito plano - cóncavo
- Peniplano
- Loma

Climatología sectorial

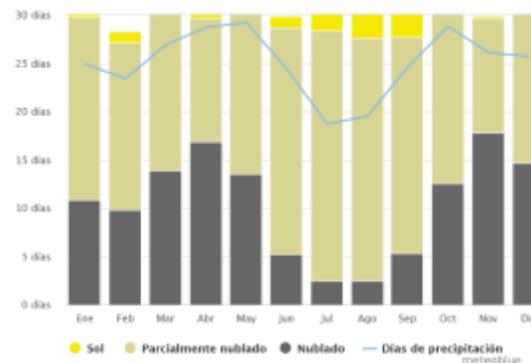
Temperaturas medias y precipitaciones

Gráfico 1: Temperaturas y precipitaciones en Tímbio



Luminosidad

Gráfico 2: Luminosidad Tímbio



Fuente: <http://meteoblue.com/tiempo/historicclimate/Timbio>

El municipio de Tibio presenta gran cantidad de precipitación anual y cielos parcialmente en gran parte del año nublados lo que incide en un ambiente con alto índice de humedad.

5. Socio-Económico

Ilustración 19: Mapa urbano socio económico municipio de Tímbio



Cultivos semi- intensivos



Producción semi-intensiva



Zona comercial

Fuente: Elaboración propia, según información de google earth (2020) **Gráfico 3:** Rango de edades en el radio de acción

Población:



33.046

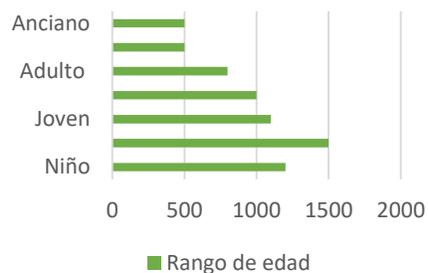


51,02%



48,98%

Rango de edad



Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas, 2018



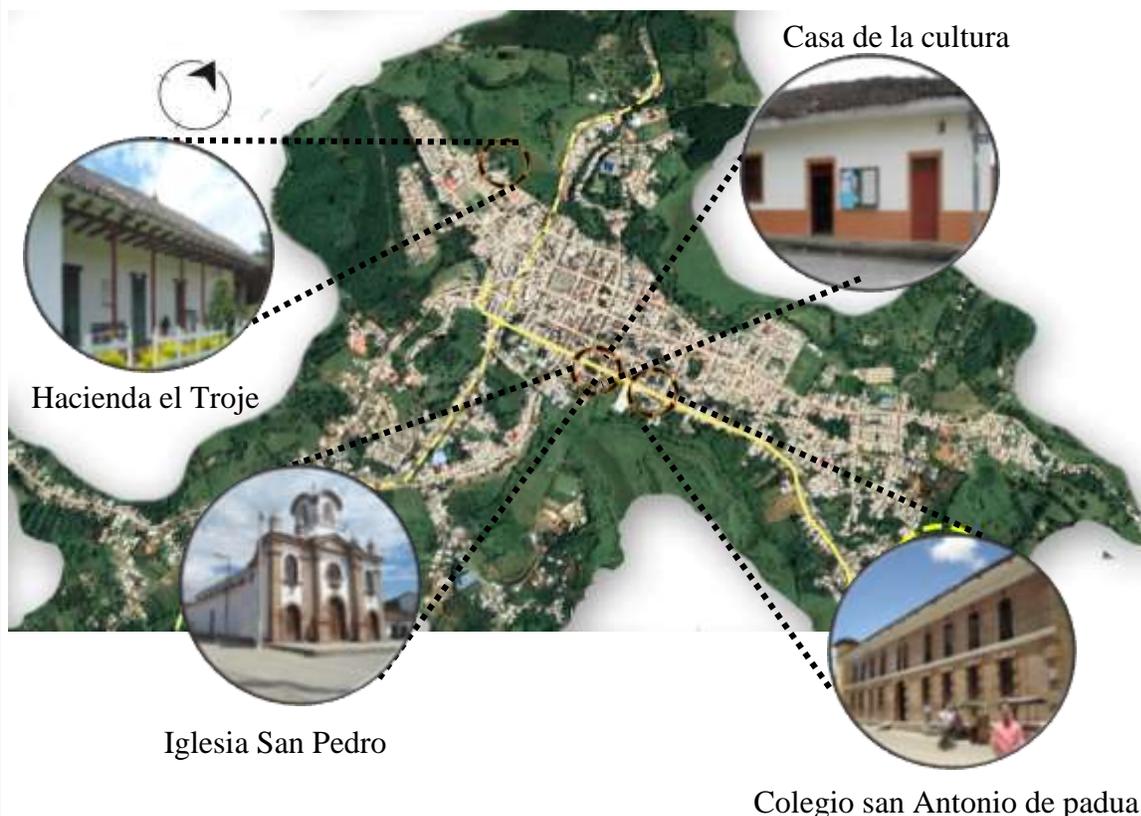
Economía:

su actividad económica se centra en el sector agropecuario, donde presenta rendimientos bajos y subutilización de los suelos por falta de asesoría, maquinaria, equipo y tecnificación. En la actividad agrícola se nota una leve disminución en los cultivos semestrales, pero es notorio el aumento de la superficie sembrada en el segmento de los cultivos anuales principalmente en los permanentes, destacándose el café con

2.295 hectáreas, fríjol 301 hectárea, plátano 237 hectáreas, yuca 220 hectáreas y maíz 180 hectáreas (PBOT, 2011).

6. Edificios representativos

Ilustración 20: Mapa urbano cabecera Municipio de Tímbo



Fuente: Elaboración Propia, según google earth (2020)

Hacienda el Troje:

Hacienda de gran importancia, ya que fue el lugar donde se firmó la primera capitulación a favor de los patriotas después de ganar la batalla del bajo Palace, también en este descanso en libertador Simón Bolívar, la cual es una de las haciendas cafeteras más grandes del país, hacienda concebida bajo un modelo clásico de la vivienda española del siglo 15 y 16. Sus paredes están fabricadas con tapia pisada recubiertas en la parte exterior en ladrillo, amplios

corredores alrededor con foyeres sostenido con pilares de madera. Su cielorraso fue elaborado con caña brava y recubierto con pega de barro, boñiga y cal.(Mosquera,2010)

Ilustración 21:Hacienda el Troje



Fuente: timbioarquitectonico.blogspot.com

Colegio San Antonio De Padua:

Edificio representativo de la cabecera municipal, de gran relevancia histórica por ser la primera escuela de las hermanas franciscanas en el municipio en el año de 1935, este edificio cuenta tiene características arquitectónicas a el modelo español de un patio central con salones, habitaciones y servicios alrededor del mismo en dos plantas, con pialares de madera que sostienen toda la estructura de la segunda planta. Las paredes de la primera planta construidas en tapia pisada con un grosor de un metro intercalando horizontalmente piedra y ladrillo en tramos. Los bordes exteriores de la tapia pisada recubierto de ladrillo en aplomo con cenefas salientes en ladrillo redondeado. (Acosta, 2016)

Ilustración 22: Colegio San Antonio de Padua



Fuente: timbio.blogspot.com

Iglesia de San Pedro:

Esta es una iglesia construida en el año de 1835, con características de la arquitectura republicana en su fachada. Iglesia construida por el coronel Adolfo Angelino Sánchez en el año de 1853 (Martínez 2013)

Ilustración 23: Iglesia San Pedro



Fuente: <http://listadodeiglesias.com/colombia/iglesia-san-pedro-timbio-cauca-colombia>

Casa del señor Luis Garzón:

esta es la única casa que actualmente existe en el municipio que posee características de la arquitectura de la época de la republicana su construcción data de 1905 y era la casa del señor Luis Garzón, hijo del coronel Estanislao Garzón héroe de la guerra de los 1.000 días. (Anaya 2012)

Ilustración 24: Casa republicana del señor Luis Garzón



Fuente: timbioarquitectonico.blogspot.com

Casa de la cultura:

Esta edificación hace parte de la primera cuadra construida en la población, en tapia pisada con paredes de un metro de grosor toda la cuadra comparte la misma tapia exterior e interior, esta vivienda posee características de la arquitectura de la época de la colonia. Su construcción data de 1.680 (García,2013)

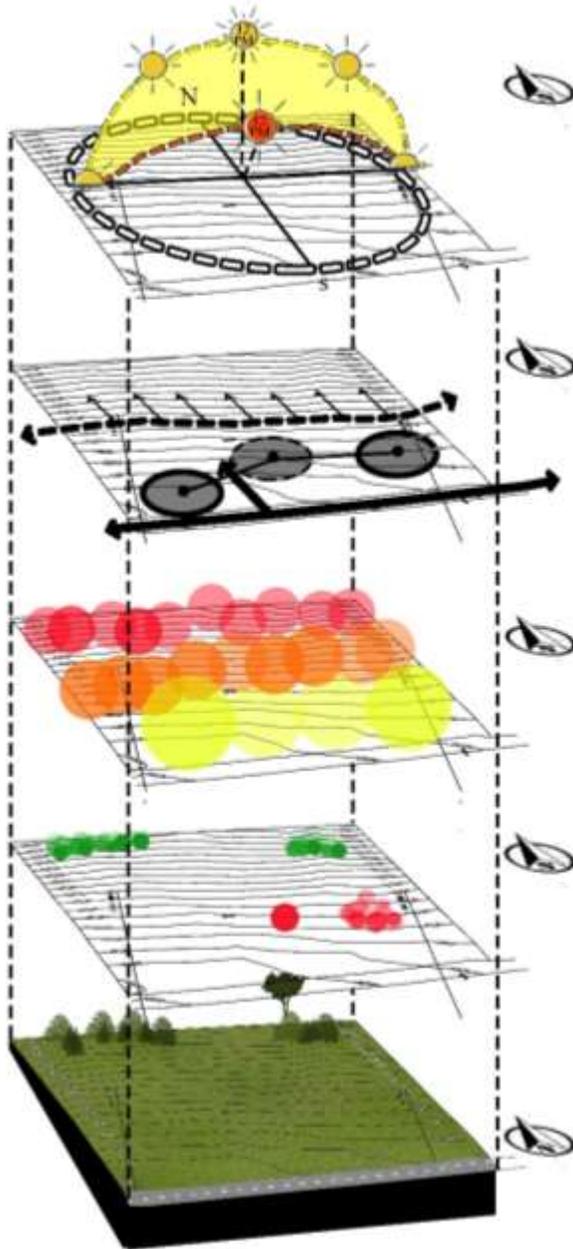
Ilustración 25: Casa de la cultura



Fuente: timbioarquitectonico.blogspot.com

7. ANALISIS DE SITIO

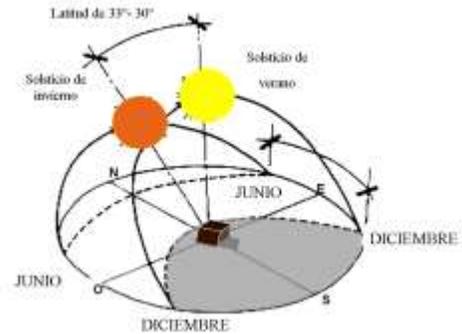
Ilustración 26: Análisis capa por capa municipio de Tímbo



Fuente: elaboración propia, 2020

Asolación

Esquema 1: Esquema asolación



Fuente: elaboración propia, 2020

Imaginarios colectivos:

↔ Senda conexión área rural y urbana

← - - - - - → Limitantes topográficas

● Nodos implícitos en el predio

Morfología del lote

● Pendientes menores al 10%

● Pendientes superiores al 20%

● Pendientes superiores a 30%



Vegetación

● Vegetación nativa

Vegetación representativa para los usuarios por su uso para cultivos y como puntos de encuentro.

8. Conclusiones

Todos los componentes de este análisis permitieron identificar puntos importantes para la realización de un diagnóstico y seguido a esto poder generar a una propuesta arquitectónica que responda a las necesidades reales.

- ⇒ Es de suma importancia que el arquitecto se informe sobre las características generales de las áreas de estudio, de tal manera que logre una visión integral del contexto en el cual deberá intervenir.
- ⇒ El análisis del contexto en el que se trabajará, permite establecer un diálogo con el territorio, en la búsqueda de generar afectaciones positivas con el desarrollo de la propuesta arquitectónica.
- ⇒ Analizar y comprender los diferentes componentes que conforman el territorio permite que, cada proyecto que se desarrolle en este contexto, tenga una identidad propia que no pueda ser intercambiable
- ⇒ La información obtenida con este análisis permite establecer un punto base de influencia al proceso del diseño arquitectónico

9.4 ETAPA III: ESTUDIO Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE NORMATIVA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA RESIDENCIAL QUE IMPLEMENTEN SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN EN MUROS DE TIERRA COMPACTADA.

Para el desarrollo del objetivo de la pasantía y realizar aportes significativos en el cumplimiento de los lineamientos normativos se realizó la revisión y análisis de bibliografía de tal modo que se utilizaron:

NTC 5324:

El estudio y análisis de esta norma es fundamento importante para el desarrollo de la propuesta arquitectónica, puesto que en ella se establece que, para construcción de un proyecto arquitectónico, las dimensiones mínimas exigidas por la norma en cuanto a los bloques utilizados para constituir las partes llenas de los muros o divisiones. Las dimensiones establecidas son 14 cm (ancho) x 9,5 cm (alto) x 29,5 cm (largo) y 22(ancho) cm x 9,5 cm(alto) x 22 cm (largo).

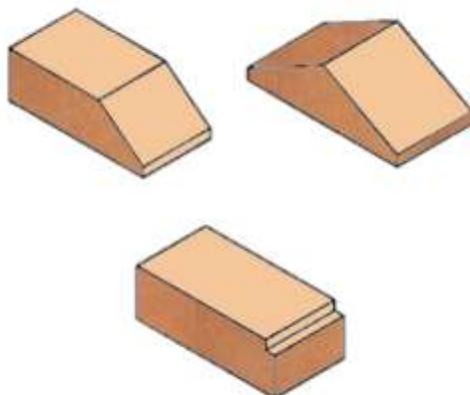
NORMA ESPAÑOLA UNE 41410-2008 (UNA NORMA ESPAÑOLA:

Esta norma menciona los diferentes tipos de BTC, los procesos de fabricación y los respectivos criterios de selección, estableciendo así lo siguiente:

BTC accesorios:

Bloque cuya forma o estructura interna son diferentes a las del bloque ordinario y es utilizado para la ejecución de encuentros particulares de albañilería o para los dinteles.

Ilustración 27:BTC accesorios



Fuente: UNE41410,2008

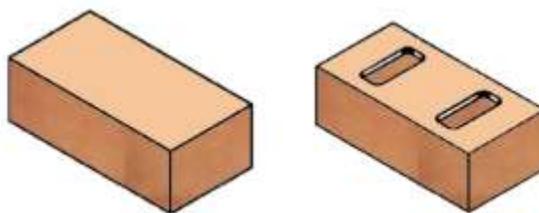
BTC cara vista

Bloque cuya cara, realizada para ser vista, y se utiliza para construir los tabiques, este muro debe tener unas consideraciones especiales en su fabricación de modo tal que no se vea afectado por la exposición directa a las condiciones climáticas.

BTC macizo:

Bloque el cual puede presentar como máximo un 15% de huecos con la finalidad de buscar mayor adherencia de la pega.

Ilustración 28: BTC macizo



Fuente: UNE41410,2008

BTC aligerado:

Es el bloque cuya densidad aparente secas es menor o igual a 1200 kg/m³

BTC para armar:

Bloque con huecos superiores preparado para ser armado con elementos metálicos u orgánicos.

Ilustración 29: BTC para armar



Fuente: UNE41410,2008

Para la fabricación de los Bloques de tierra compactada se debe rechazar aquella tierra que contenga materia orgánica y sales soluble en un porcentaje mayor o igual al 2%, un contenido menor al 10% de arcilla (*ilustración 29*). Y se recomienda la implementación de estabilizantes que minimicen el impacto ambiental, pudiendo implementar aceites naturales como el coco, savia de caucho, savias naturales, cal viva o apagada y llena de huevo, entre otros.

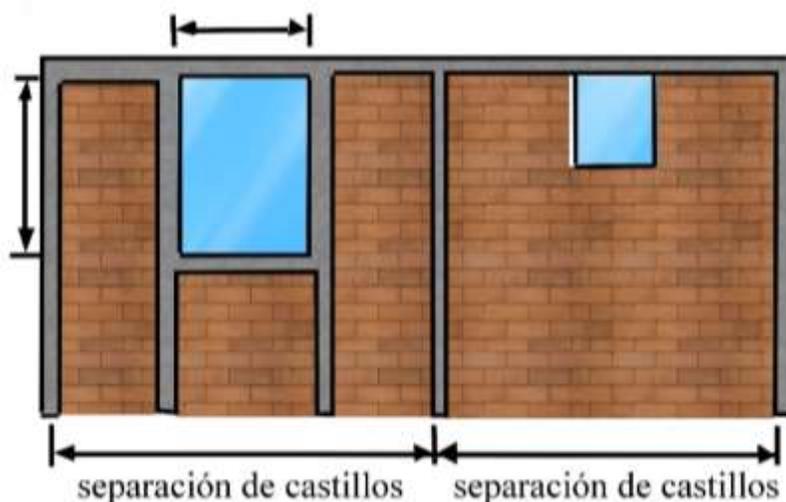
NORMA SISMO RESISTENTE NSR- 10 TITULO E:

Esta norma no tiene como alcance la construcción con muros en bloques de tierra compactada, sin embargo, en ella se manejan conceptos que puede ser aplicados, para mejorar el debilitamiento que sufren los muros de tierra con la apertura de vanos para ventanas y puertas, ante un evento sísmico, las grietas diagonales a menudo pueden ocurrir, comenzando en los bordes de la ventana, para ello se instalan dinteles que deben penetrar en la pared durante al menos 40 cm para lograr una buena unión, sin embargo, en este caso la parte anterior el dintel puede ser débil y salirse en un Sismo, es por ello que los conceptos de abertura de vanos en muros que plantea esta norma pueden ser útiles, los conceptos que se manejan son los siguientes:

Distancia entre aberturas: Entre las aberturas de un mismo muro debe existir una distancia suficiente. Manejando una distancia mínima de 50 cm.

Refuerzo de aberturas: se deben confinar los vanos con vigas y columnas de concreto reforzado alrededor, la abertura de vanos en un muro no debe ser mayor al 35% del área total del muro.

Ilustración 30: Tamaño y porcentaje de vanos



Fuente: NRS-10 TITULO E

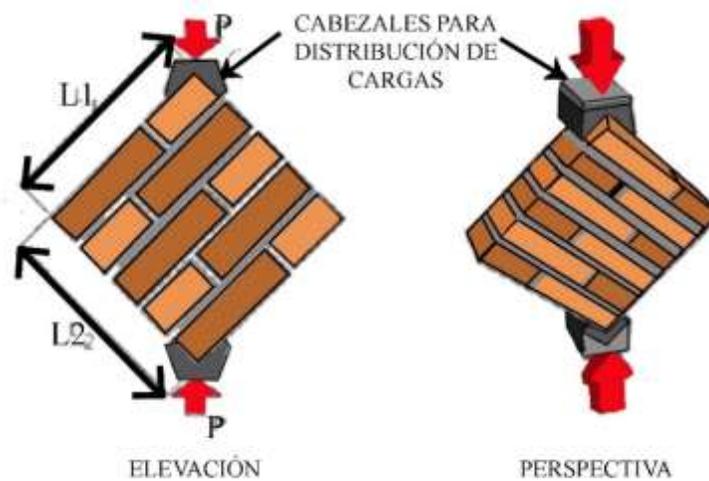
NORMA PERUANA NTE 080:

Esta normativa peruana plantea recomendaciones mínimas para asegurar condiciones de seguridad sísmicas y darle mayor durabilidad de los Bloque de tierra compactada o BTC mediante el reforzamiento verticales y horizontales que pueden ser varillas de bambú, o de acero, los refuerzos verticales encajan en orificios de 5 cm de diámetro, formados por ranuras en el los bloques y van a una distancia uniforme de 50cm, mientras que los refuerzos horizontales deben ir cubiertos con un a pega de 2m de espesor, del mismo modo resalta la importancia de los sobre cimientos que protegen el muro del contacto directo con el suelo evitando así la absorción capilar del agua.

NTC 3495:

es de utilidad para la elaboración del producto de la pasantía, el cual es la realización de una guía de construcción, ya que esta norma establece como determinar la resistencia a la compresión de bloques o elementos de mampostería. Este método de ensayo comprende los procedimientos para la elaboración muros de mampostería, y los procedimientos para determinar la resistencia a la compresión de la mampostería,

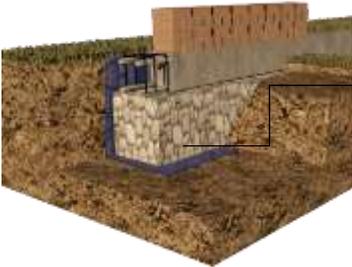
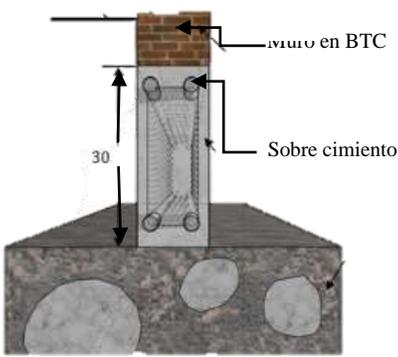
Ilustración 33: Pruebas de muros a compresión



Fuente: Guía técnica colombiana 3495, 2003

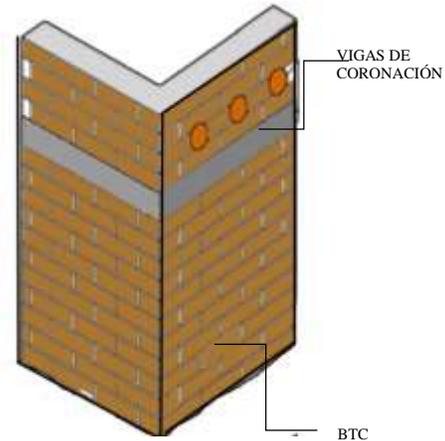
Además de realizar una revisión normativa que faculte de criterios para la elaboración de la propuesta arquitectónica se efectúa un análisis exhaustivo en diferentes cartillas, manuales y artículos de construcción con tierra: cartilla de proyecto Coremans, revista Gremium, manual de diseño y construcción con tierra de Senegal, guía de construcción con tierra de alicante, donde se puede verificar que, para la conformación de una vivienda que implemente el sistema constructivo con bloques de tierra compactada, se deberá tomar en cuenta los distintos conceptos sobre elementos y materiales, que necesita la edificación como son:

Tabla 5: Elementos constructivos

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN
CIMIENTOS	Van ubicados bajo tierra para soportar la edificación, y están conformados por piedra de canto rodado y concreto para una mejor adherencia.	 <p>CIMIENTO DE PIEDRA</p>
Sobre cimiento	Los sobre cimientos están localizados al iniciar el muro, tiene una altura mínima de 30 cm, y sirven para proteger los muros de la humedad	 <p>Armadura en BTC</p> <p>Sobre cimiento</p> <p>30</p>
MAMPOSTERÍA	Son los muros que se encuentran sobre los cimientos, apilados en forma vertical y unidos mediante una pega de espesor de 2 cm, se recomienda usar muros exteriores con un grosor de 30 cm, siendo estos más resistentes a los factores ambientales	

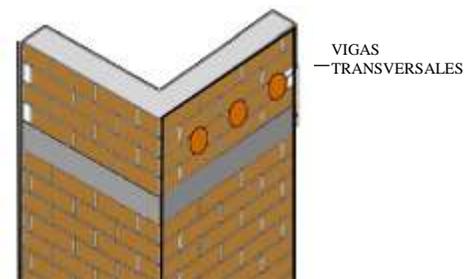
VIGAS PERIMETRALES O VIGAS DE CORONACIÓN

colocadas en el contorno de la vivienda para soportar la cubierta y de esta manera que la carga sea repartida uniformemente.



VIGAS TRANSVERSALES

Estas ayudan a dispersar la carga puntual ejercida por la cubierta para evitar pandeos en la misma.



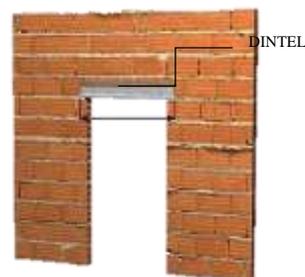
CUBIERTA

Están conformadas por vigas, correas con una con una separación de un metro entre ellas, aislamiento y las tejas



PUERTAS Y VENTANAS

Las puertas y ventanas deben tener un dintel que sobre salga mínimo 25 cm a cada lado, este es un elemento estructural



ACABADOS

Son recubrimientos de las paredes exteriores para evitar el desgaste del viento y el agua de las mamposterías dando como resultado una mejor durabilidad al BTC



Nota: Fuente: elaboración propia

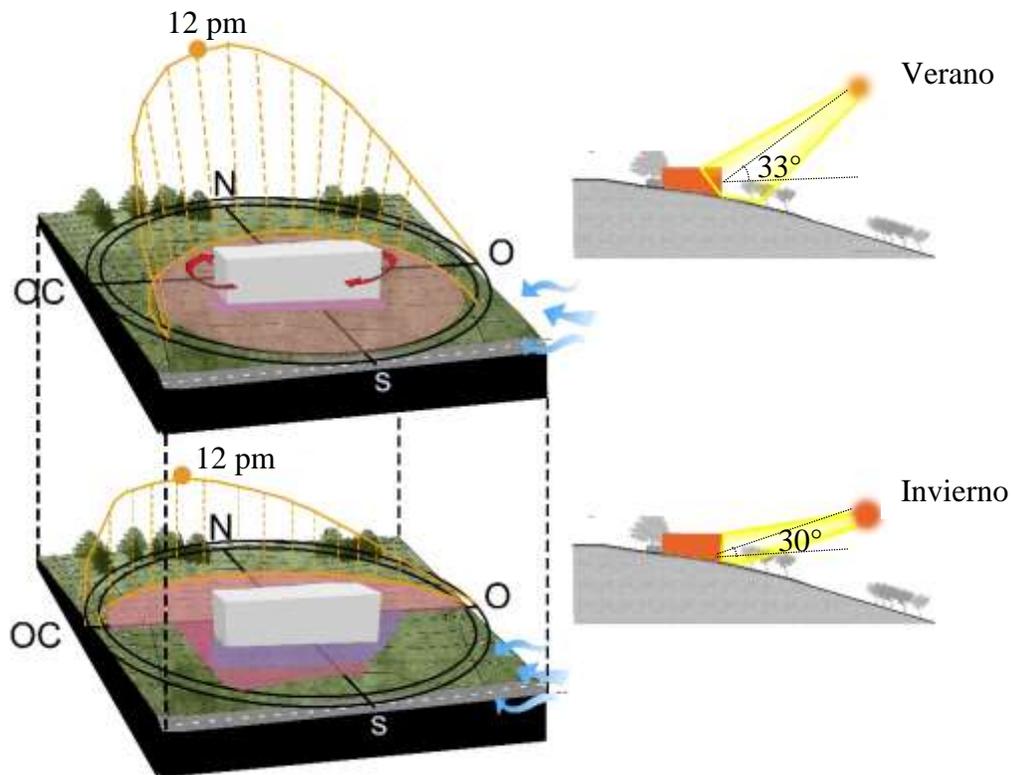
9.5 ETAPA IV: DESARROLLO DE LA PROPUESTA ARQUITECTONICA

Al realizar el respectivo análisis contextual y normativo, se inicia con proceso de diseño, donde es indispensable instruir una identidad al proyecto, mediante la recuperación y puesta en valor de la tierra como sistema constructivo, además de la reinterpretación de los con elementos de la arquitectura tradicional de la región.

9.5.1 CONCEPTO

La idea generadora del proyecto surge a partir de la reinterpretación de la arquitectura de la vernácula, “la cual es el fruto de siglos de experimentación integrando técnicas constructivas indígenas y europeas, es la forma más tradicional de construcción en muchas zonas rurales y urbanas del territorio colombiano. Estas manifestaciones vernáculas se encuentran asociadas con la implementación de la tierra como principal material de construcción” (Reyes,2016, pág. 6).

9.5.2 Localización y orientación

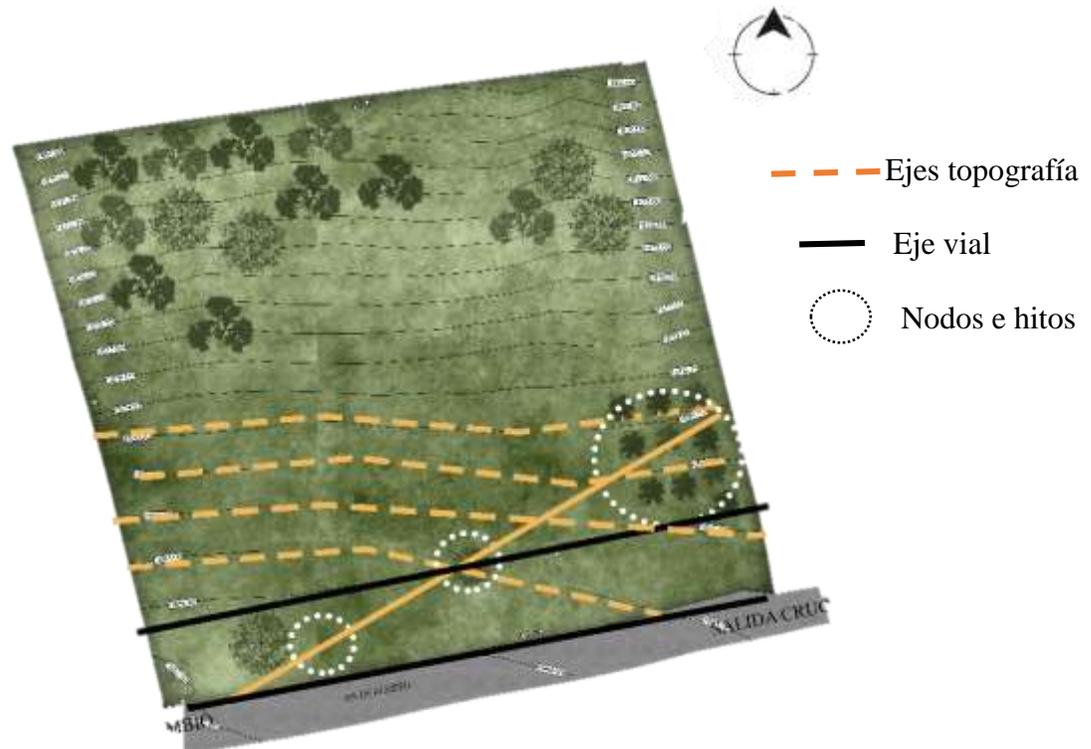


Fuente: Elaboración propia, 2020

La localización y orientación del proyecto juega un papel importante ya que se busca la reducción del consumo de energía de la vivienda desde la etapa constructiva hasta su funcionamiento, por ende se contemplan las condiciones climáticas del municipio, como condicionantes preponderantes para el diseño, teniendo en cuenta que el clima del sector se caracteriza por fuertes precipitaciones anuales y pocos días soleados, por estas razones se optimiza la radiación solar para calentar pasivamente los espacios en invierno y/o controlar el exceso de radiación en verano para evitar sobrecalentamiento y un exceso de consumo energético.

9.5.3 Implantación inmediata

Ilustración 34: Implantación Inmediata



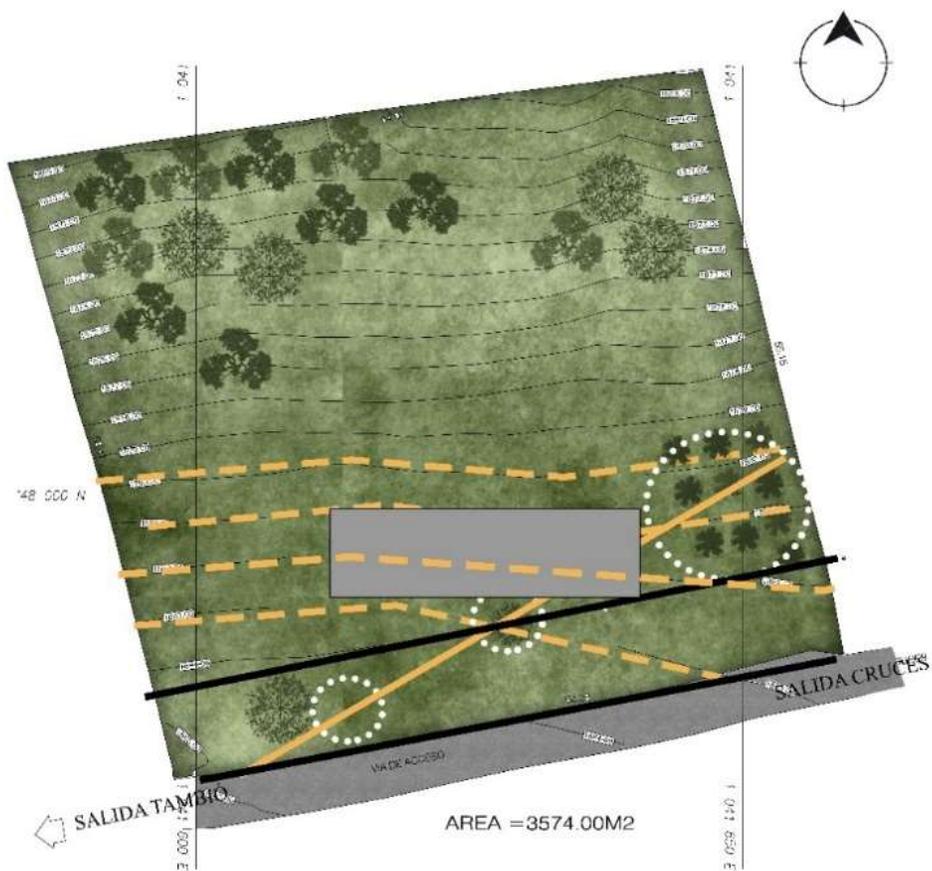
Fuente: Elaboración propia, 2020

9.5.4 Adaptación geométrica

Jerarquía:

Siguiendo los criterios establecidos por la empresa de diseño donde se busca responder al fenómeno actual de pérdida de identidad cultural y local de la arquitectura. Se propone la implementación de una forma geométrica de prisma rectangular, ya que esta forma es característica en las composiciones de las viviendas campesinas y de los edificios representativos del municipio.

Ilustración 35: Jerarquía

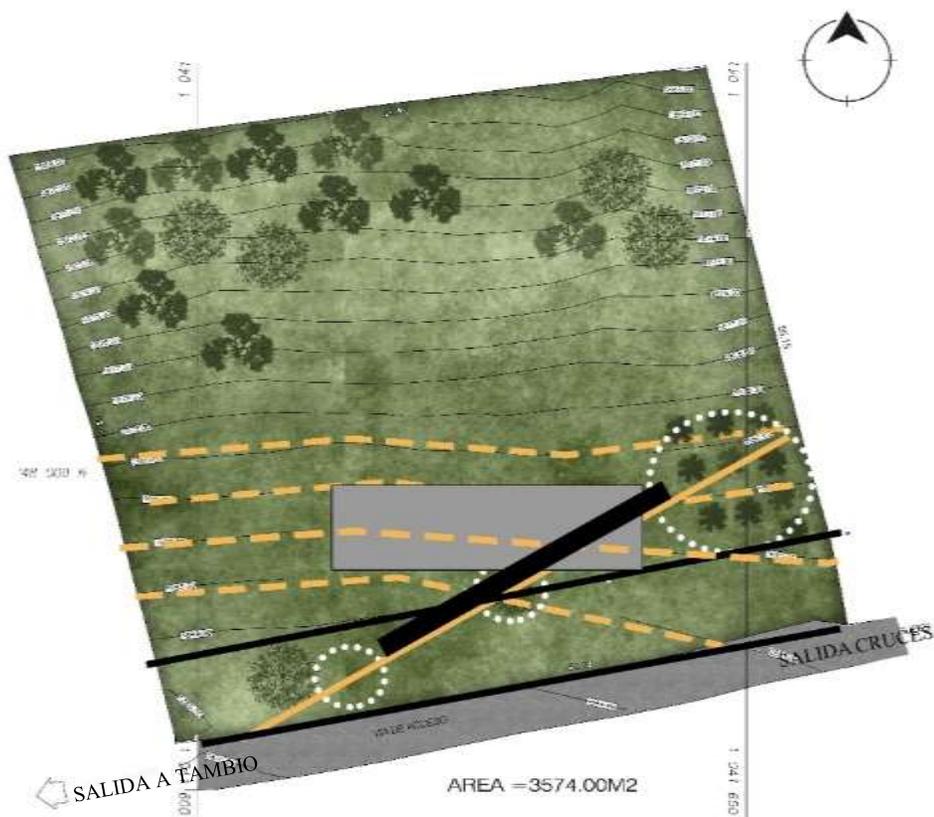


Fuente: Elaboración propia, 2020

Intersección:

Se realiza la intersección del volumen buscando demarca el acceso hacia el proyecto, igualmente con la intersección se pretende generar un plano, el cual permita controlar los vientos fuertes que llegan del sur oriente, evitando así la pérdida de calor en los espacios internos, en épocas de invierno, favoreciendo así el confort térmico de la vivienda.

Ilustración 36: Intersección.

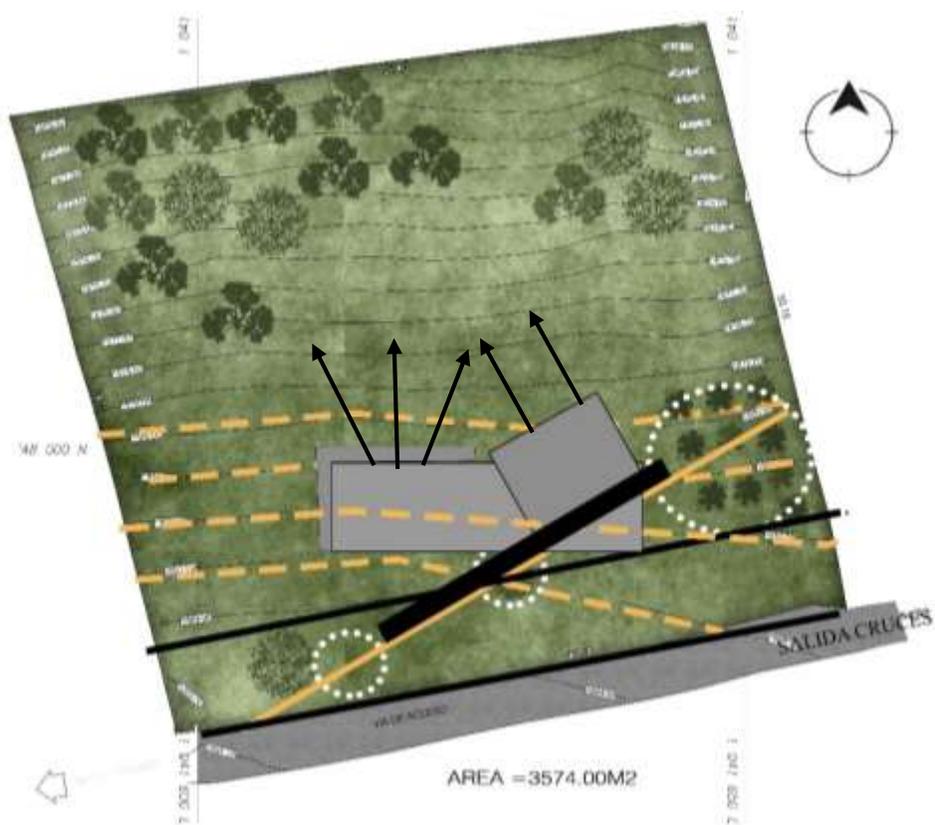


Fuente: Elaboración propia,2020

Adición:

La adición de volúmenes permite en primera instancia aprovechar al máximo las visuales del predio, de la misma manera generar puntos de remate, buscando así brindar mayores experiencias sensoriales al usuario.

Ilustración 37: adición volumétrica



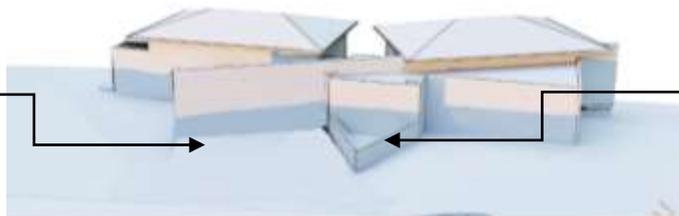
Fuente: elaboración propia, 2020

9.5.4 Relación espacial

Ilustración 38: Relación espacial

ACCESO

Próximo a la vía principal

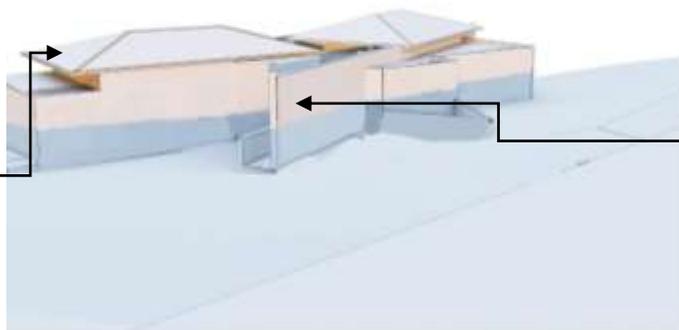


ARTICULACIÓN

Articulación árbol familiar

VOLADIZO

Extensión de la cubierta demarca característico de la vivienda campesina

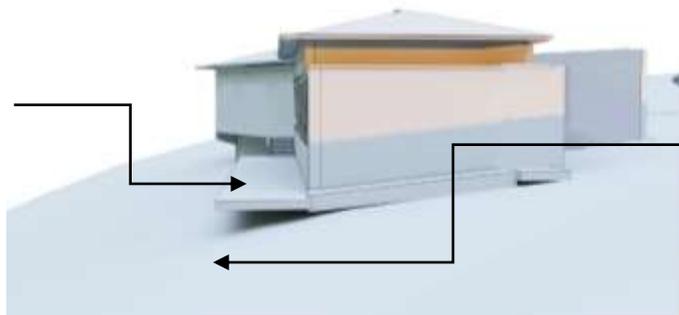


LINEAL

Desarrollo de la vivienda paralelo a la vía principal demarca característico de la vivienda campesina

CORREDOR

Tradicional en las haciendas del sector como hacienda y troje



LOCALIZACIÓN

Ubicación volumétrica en el margen inicial de las pendientes

VENTANAS

ventanales amplios Tradicionales, para conexión con unidades paisajísticas exteriores

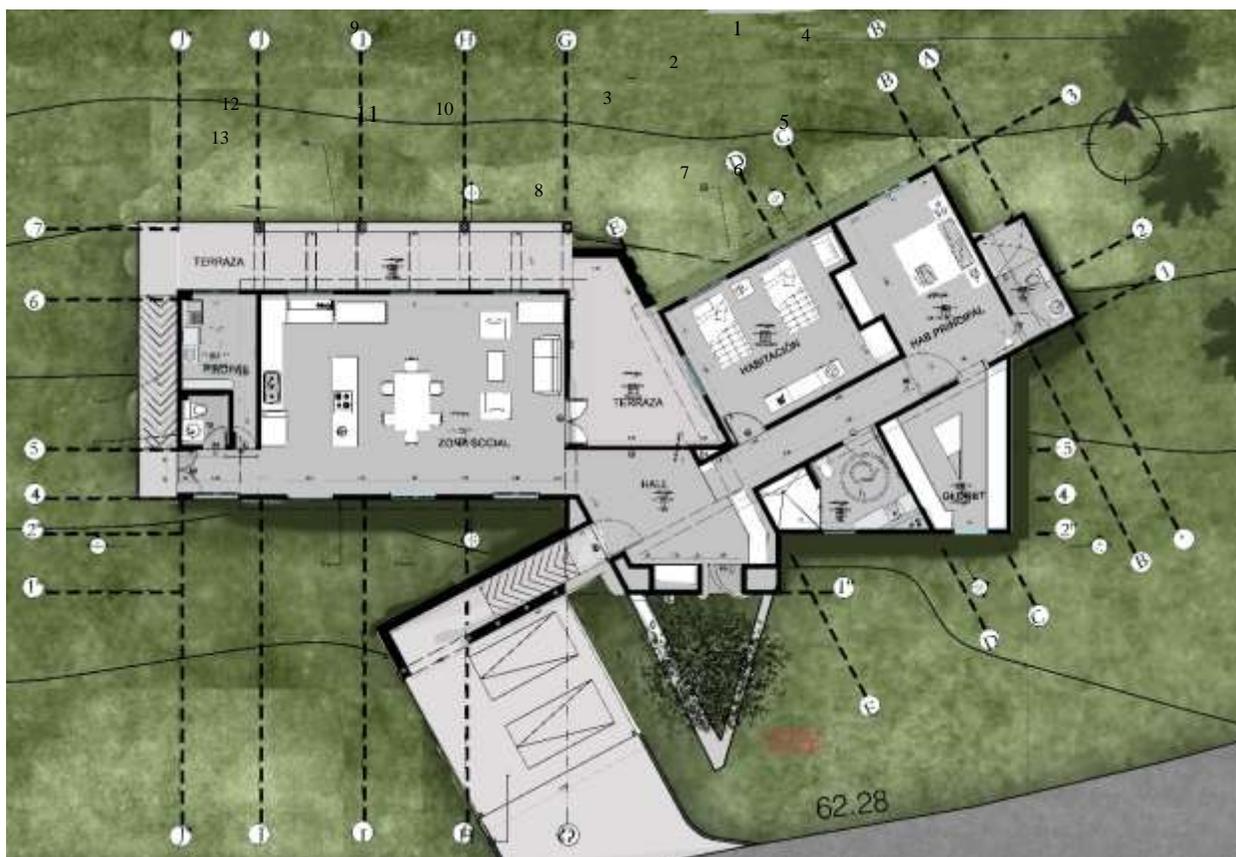


Fuente: Elaboración propia, Carlos Meneses, a partir dosmasdos arquitectos s.a.s 2020

9.5.5 Programa arquitectónico

Siguiendo los diferentes marcos normativos, la relación espacial de la volumetría en el terreno y el programa arquitectónico, se desarrolla el primer acercamiento espacial, el cual plantea la conceptualización de los espacios de la vivienda tradicional campesina las cuales hacen parte del imaginario colectivo del territorio, donde priman espacios como largos corredores y el patio central como punto articulador, en ese orden de ideas el esquema inicial propone el árbol familiar como un punto articulador principal, y amplios corredores externos que conforman zonas de reposo y contemplación, la disposición de estos elementos generan un espacio integrador que enlaza y articula el espacio habitado.

Ilustración 39: Esquema Inicial

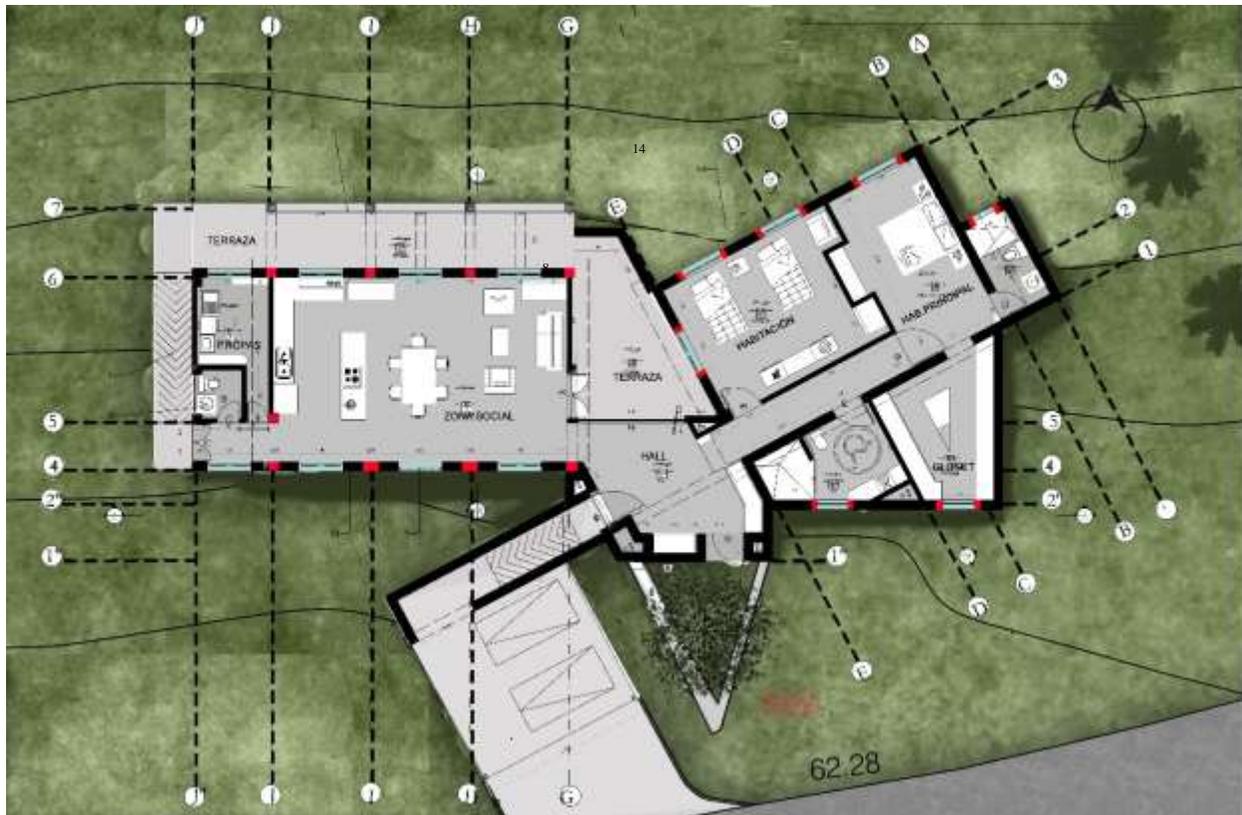


Fuente: Elaboración propia, Carlos Meneses, a partir dosmasdos arquitectos s.a.s 2020

A partir de la aprobación de la propuesta arquitectónica, socializada con los arquitectos de la oficina, se procede a realizar el ajustes de carácter normativo, realizando modificaciones el espesor de los muros exteriores para que estos resistan las condiciones climáticas, ya que en el

contexto ambiental se presenta gran cantidad de precipitaciones anuales, del mismo modo se realiza la ubicación de columnas para el soporte de la cubierta y columnatas para el confinamiento de ventanas, aumentando la capacidad sismo resistente de la vivienda.(ver ilustración 40)

Ilustración 40: Ajuste con normativa



Columnas y columnatas

Fuente: Elaboración propia, Carlos Meneses, a partir dosmasdos arquitectos s.a.s 2020

Posteriormente a la corrección de la planta arquitectónica se realiza el diseño de la planta de cubiertas, en la cual se puede comprender la relación del edificio con el entorno, por otra parte se planteó el uso de dos tipos de cubiertas, una cubierta plana verde para optimizar la aislación térmica de la vivienda ,el almacenamiento de calor y el aumento de las propiedades del edificio para l absorción del CO2 y la implementación de s cubiertas a dos aguas con tejas de barro, materialidad caracteriza del territorio, comprendiendo que para este tipo de cubierta la pendiente

exigida por normativa debe ser de mínimo del 27% , así pues se procuró que sus aleros tengan la extensión suficiente para proteger del impacto directo de la lluvia en la mayor superficie posible de los muros. Esto debido a la vulnerabilidad ante la humedad de este sistema constructivo

Ilustración 41: Planta de cubiertas



Fuente: Elaboración propia, Carlos Meneses, a partir dosmasdos arquitectos s.a.s 2020

Se procede a la realización de los cortes arquitectónicos, donde se deben identificar los elementos constructivos como cimientos, sobre cimientos, vigas de coronación y cubierta, además de corroborar que la esbeltez vertical de los muros en BTC según la normativa NTE 080

no pueden exceder 8 veces el espesor efectivo del muro es decir para un muro de 30 cm de espesor la altura efectiva será de 2.4 m hasta la viga de coronación.

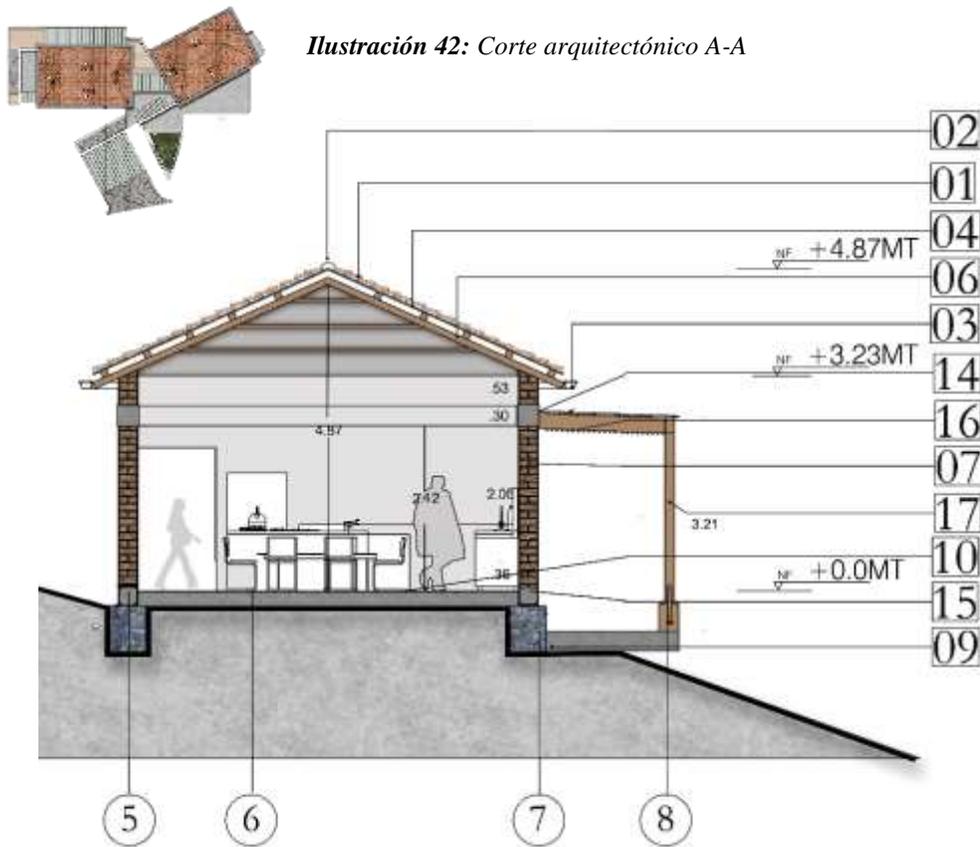
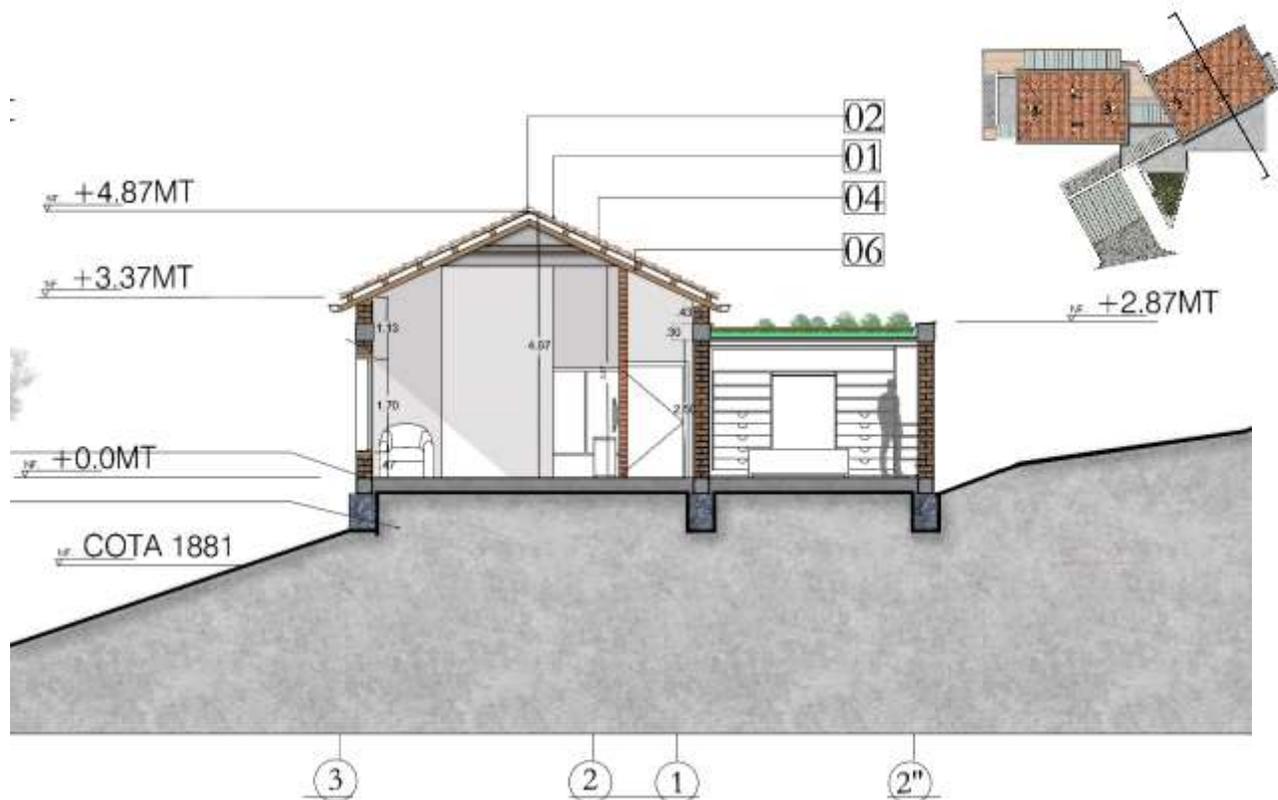


Ilustración 42: Corte arquitectónico A-A

Fuente: Elaboración propia, Carlos Meneses, a partir dosmasdos arquitectos s.a.s 2020

1. Teja cumbre
2. Teja de barro
3. Canal metálico
4. Machihembrado
6. Cercha de madera
7. Muro en BTC
9. Cimentación
10. Losa en concreto 300 psi
14. Lamina de policarbonato celular
15. Sobre cimienta de concreto de 0.3m x 0.3m
17. Pie derecho en madera

Ilustración 43: Corte Arquitectónico B –B

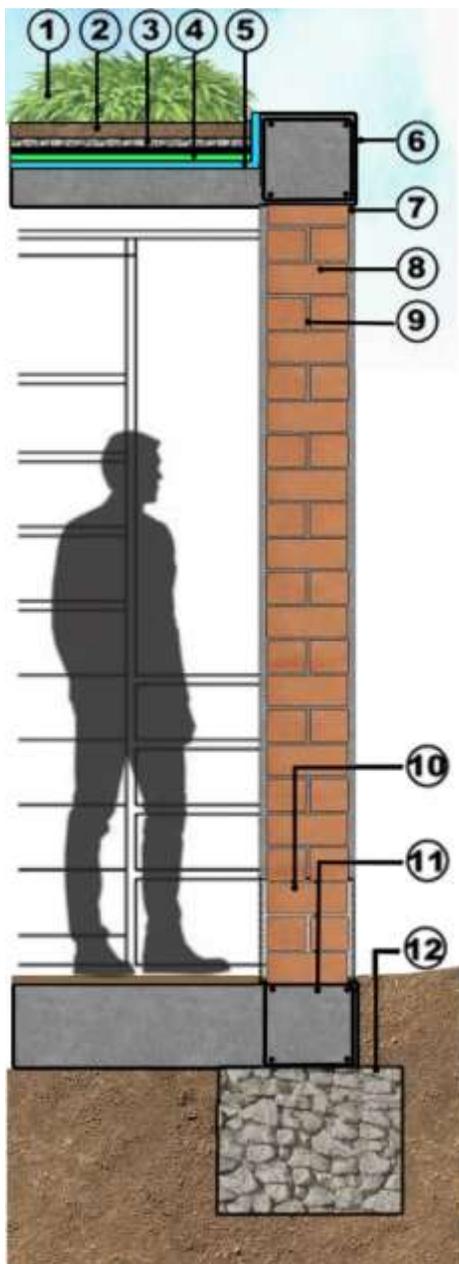


Fuente Elaboración propia, Carlos Meneses, a partir dosmasdos arquitectos s.a.s 2020.

2. Teja cumbra 2. Teja de barro 4Machihembrado. 6. Cercha

Detalle de cubierta plana verde

Ilustración 44: Corte cubierta verde



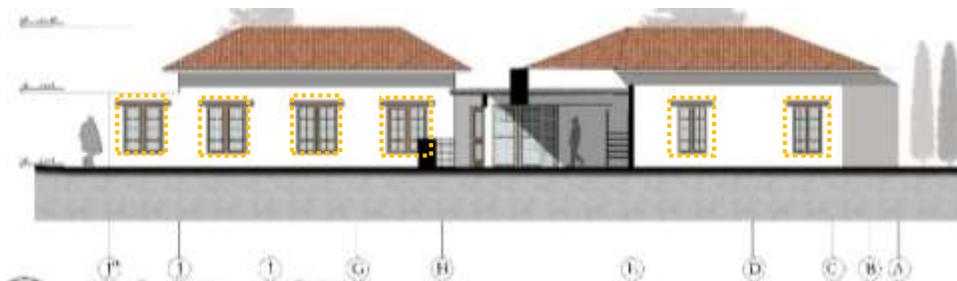
1. Vegetación
2. Sustrato orgánico
3. Drenaje
4. Capa impermeable anti-raiz
5. Membrana Geotextil
6. Viga de Coronación
7. Repello o revoque
8. Btc
9. Pega de 2cm
10. Sobre cimiento
11. viga de cimentación
12. Cimentación de concreto ciclópeo

Fuente: elaboración propia 2020

Se continua con la elaboración de las fachadas de la vivienda donde se realiza la verificación del cumplimiento de las exigencias normativas, siguiendo los lineamientos de la norma NRS 10 - TITULO E los vanos en los muros estructurales no deben superar el 35% del área total del muro estas aberturas en los muros deben ser pequeñas, bien espaciadas y no

pueden estar ubicadas en las esquinas. de igual modo en la normativa NTE080 especifica que todos los vanos deben de contar con un dintel que debe sobresalir mínimo 25 cm a cada lado del vano su función es transferir las cargas a las columnatas que a su vez las transfieren a la cimentación

Ilustración 45: Corte-Fachada Sur Fuente



Fuente: Elaboración propia, Carlos Meneses, a partir dosmasdos arquitectos s.a.s 2020

Se verifica que se cumpla con los lineamientos normativos, en el diseño de las fachadas, donde la fachada sur tiene un área en muros de 58 m² por lo que el porcentaje de vanos no debe ser superior a 20 m², el área total de los vanos es 12 m² lo que equivale al 21%.

Ilustración 46: Fachada Norte



Fuente: Elaboración propia, Carlos Meneses, a partir dosmasdos arquitectos s.a.s 2020

La fachada norte tiene un área en muros de 70 m² por lo que el porcentaje de vanos no debe ser superior a 24 m², el área total de los vanos es 16 m² lo que equivale al 22%

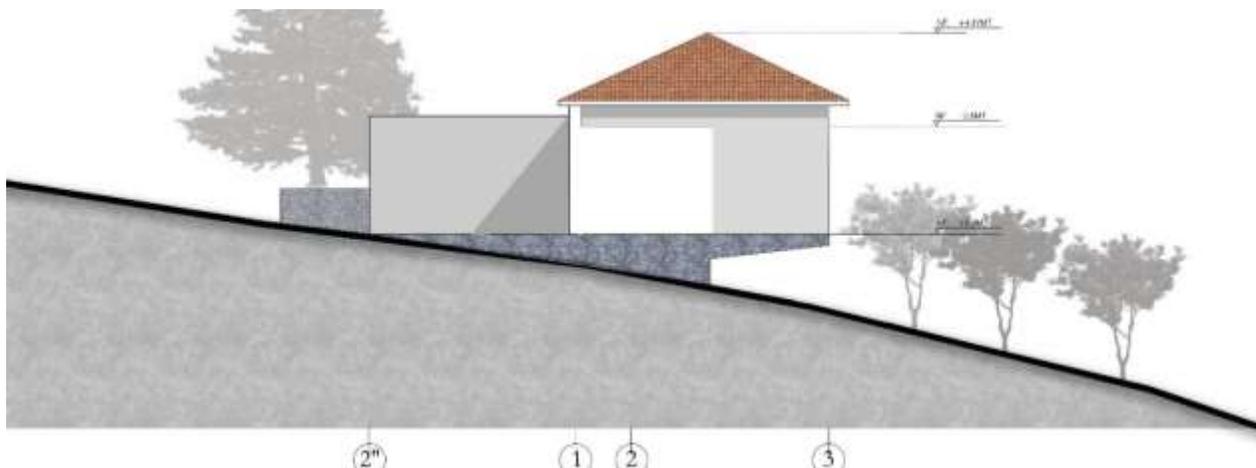
Ilustración 47: Fachada Occidente



Fuente Elaboración propia, Carlos Meneses, a partir dosmasdos arquitectos s.a.s 2020

La fachada occidente tiene un área en muros de 20 m² por lo que el porcentaje de vanos m debe ser superior a 7 m², el área total de los vanos es 3 m² lo que equivale al 15% .

Ilustración 48: Fachada Oriente

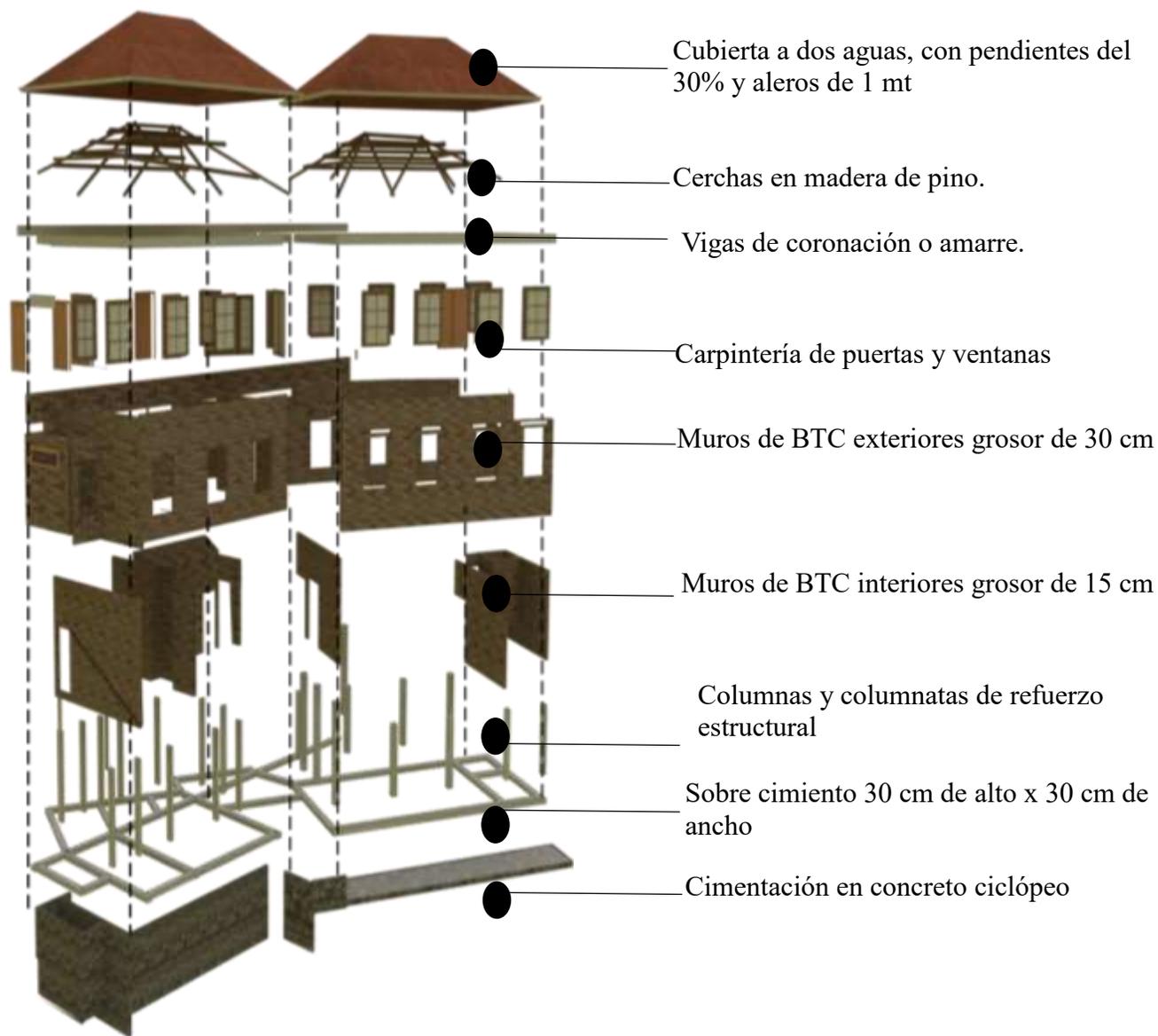


Fuente: Elaboración propia, Carlos Meneses, a partir dosmasdos arquitectos s.a.s 2020

La fachada oriente tiene un área en muros de 33 m² por lo que el porcentaje de vanos no debe ser superior a 11 m², esta fachada no contiene vanos.

Tras la finalización de la planimetría 2D se procede a realizar el 3D del proyecto y su sistema el estructural, este diseño 3D permite una mayor comprensión en cuanto a los elementos constructivos del proyecto.

Ilustración 49: Despiece arquitectónico estructural



Fuente: elaboración propia ,2020

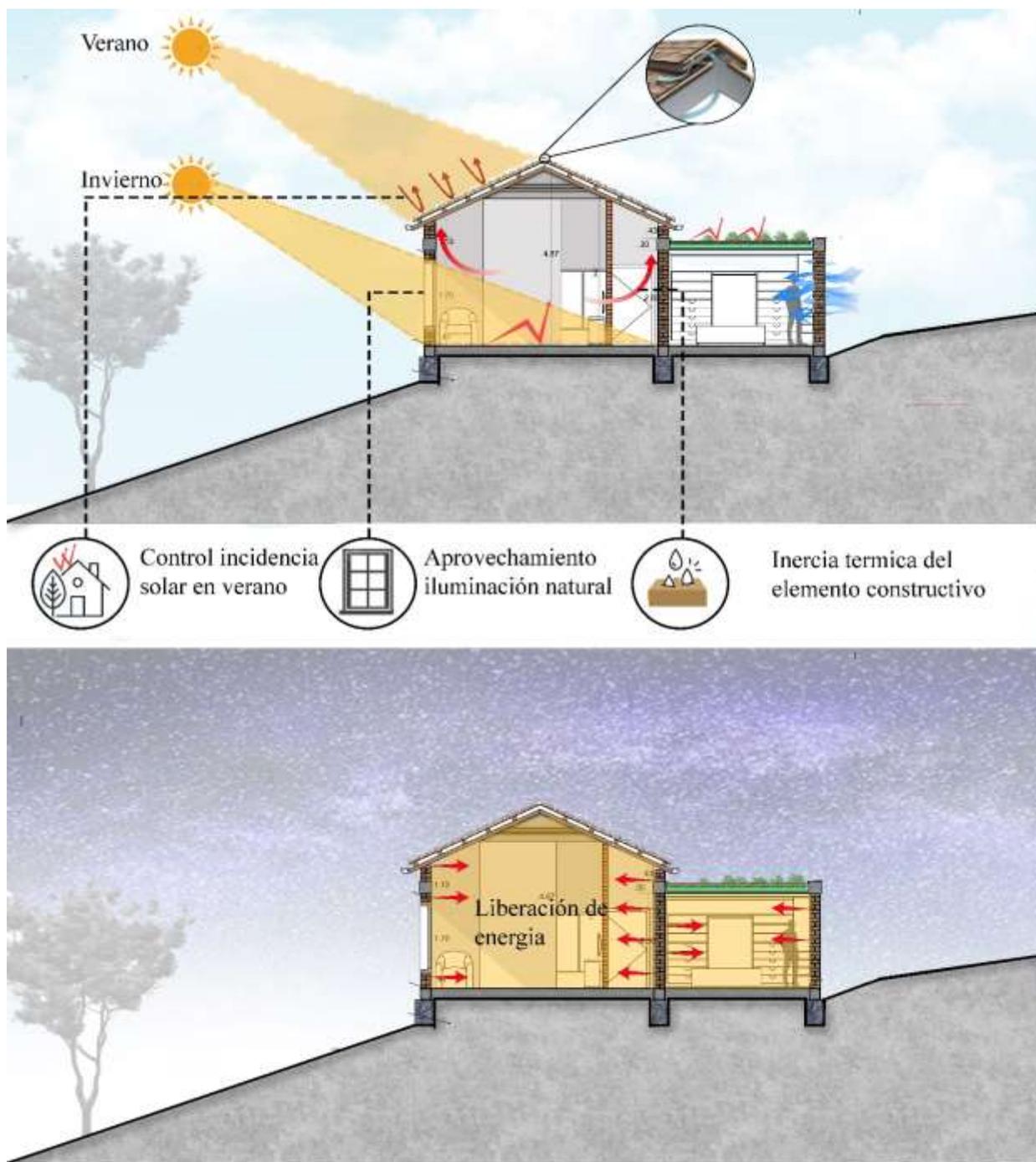
Mediante la estructuración del proyecto en 3d se lleva a cabo la verificación de la correcta implementación de cada uno de los componentes arquitectónicos, estructurales y normativos, por medio de un detalle arquitectónico. Buscando así disminuir errores en la etapa constructiva del proyecto.

Ilustración 50: Detalle arquitectónico



Fuente: elaboración propia.2020

Ilustración 51: Confort térmico adaptativo



Fuente: elaboración propia.2020

9.6 FASE V: INSUMOS FINALES PARA DESARROLLAR LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA CORRESPONDIENTE A LA GESTIÓN, PLANEACIÓN Y PREPARACIÓN DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO

PLANIMETRIA DE IMPLANTACIÓN

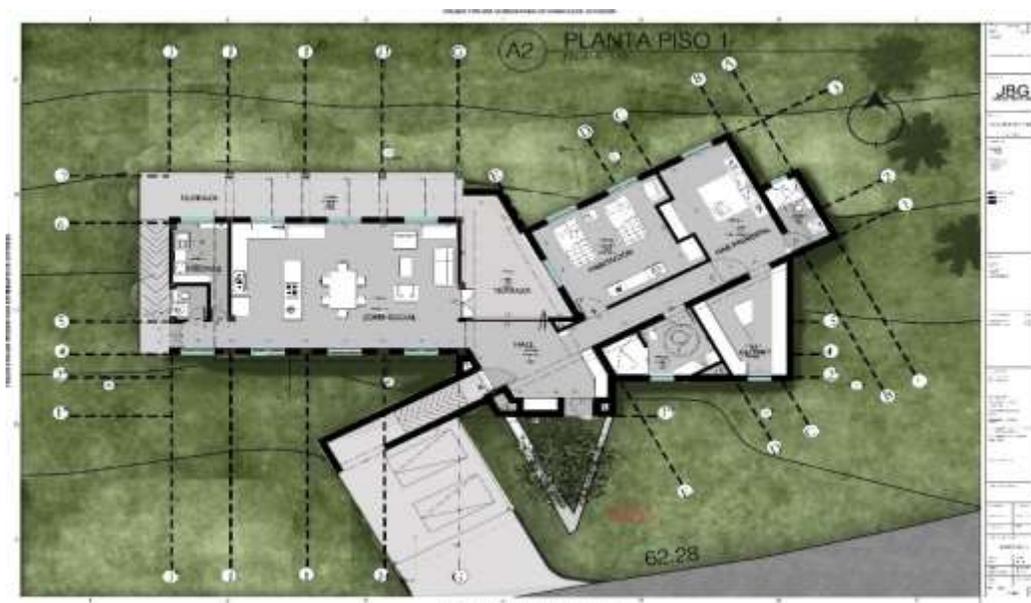
Ilustración 51: implantación y cubiertas



Fuente: Elaboración propia, Carlos Meneses, a partir dosmasdos arquitectos s.a.s 2020

PLANIMETRIA DE DISEÑO ARQUITECTONICO:

Ilustración 52: Planta Arquitectónica



Fuente: Elaboración propia, Carlos Meneses, a partir dosmasdos arquitectos s.a.s 2020

FACHADAS ARQUITECTONICAS:

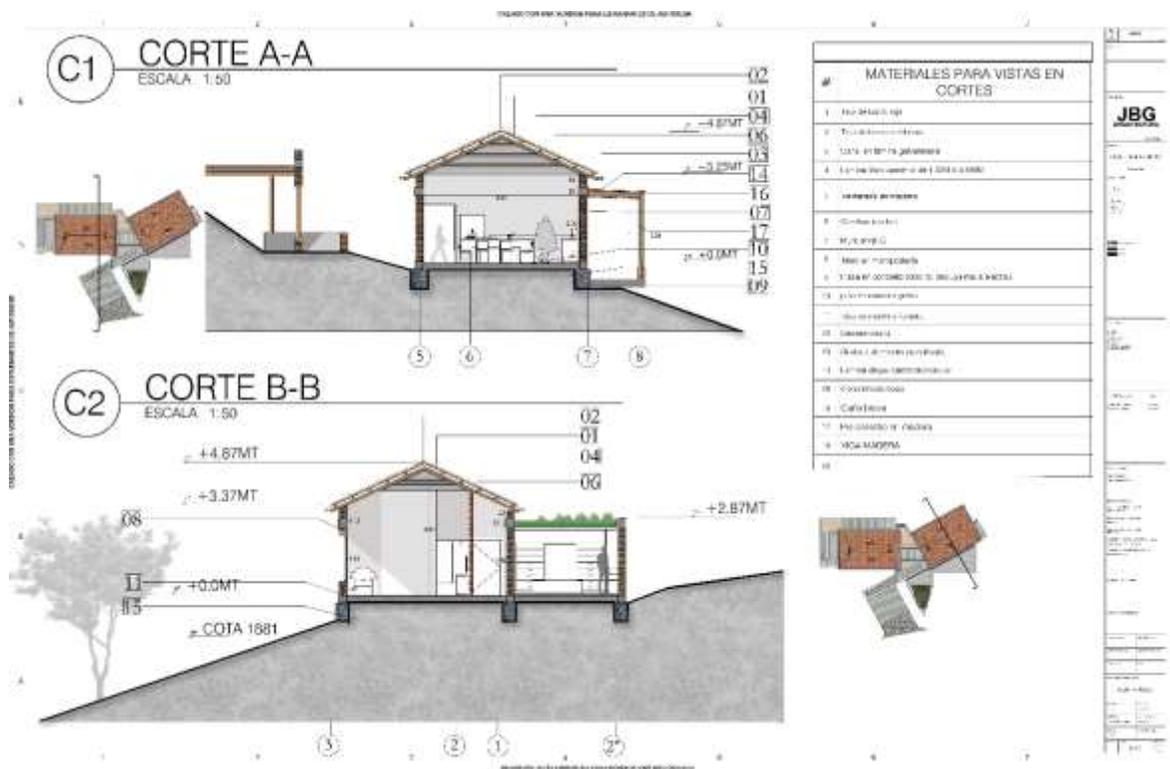
Ilustración 53: Fachadas Arquitectónicas



Fuente: Elaboración propia, Carlos Meneses, a partir dosmasdos arquitectos s.a.s 2020

CORTES ARQUITECTONICOS:

Ilustración 54: Cortes Arquitectónicos



Fuente: Elaboración propia, Carlos Meneses, a partir dosmasdos arquitectos s.a.s 2020

CONCLUSIONES

La concepción de un proyecto arquitectónico debe ser reflexivo desde la etapa del proceso proyectual, donde por parte del profesional de la arquitectura se genere una visión objetiva e integra, por lo cual no solo se busque satisfacer las necesidades inmediatas del usuario, también, tratando siempre concebir el proyecto arquitectónico como una estrategia ambiental y habitacional.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el desarrollo del proyecto, permitieron de primera mano, el reconocimiento y la importancia que cada vez más están ganando la construcción con tierra en el país, aunque apenas en su fase piloto, a diferencia de Perú o España que ya cuentan con normativas e incentivos claros para la construcción con tierra.

En ese contexto, es indispensable que se consoliden normativas técnicas que abarquen en su totalidad la construcción en tierra y establezcan directrices claras para su implementación. Siendo importante también orientar la innovación hacia un marco normativo que tenga en cuenta las ventajas y particularidades que la investigación científica y tecnológica ha comprobado a partir del estudio de materiales y sistemas constructivos, en edificaciones tanto públicos como privado, en diferentes latitudes y climas. Además de la importancia de establecer con una normativa adecuada para la construcción de viviendas y edificios nuevos, la arquitectura patrimonial es otro de los ámbitos que podría beneficiarse en cuanto a una legislación particular que colabore con su preservación, considerando el valor del patrimonio edificado en tierra, numeroso e importante en todo el país. La normalización ayudará a dar un marco conceptual y específico para garantizar estándares mínimos de seguridad y calidad en las construcciones de tierra y permitiendo nuevos procesos de industrialización que propicien el empleo masivo de productos y procesos, y una justa valoración social de este material ancestro.

Por otra parte, en el ámbito profesional, se puede apreciar que la etapa de diseño en un proyecto arquitectónico es fundamental, y no se debe realizar a priori, este debe ser un proceso reflexivo donde el arquitecto desde un inicio debe ser responsable en cuanto al uso de materiales y procedimientos constructivos que generen un impacto negativo en el medio ambiente.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arteaga Medina, K. T., Humberto Medina, O., & Gutierrez Junco, O. J. (2011). Compressed earth blocks, as construction material. *revista facultad de ingeniería, universidad pedagógica y tecnológica de Colombia*, 20(31), 55-68.
- Arteaga Medina, K. T., Medina, Óscar H., & Gutiérrez Junco, Óscar J. (2012). Bloque de tierra comprimida como material constructivo. *Revista Facultad de Ingeniería*, 20(31), 55–68.
- Baca, L. F. G. (2014). Potencial ecológico de la edificación con adobe. *Revista Gremium*, 1(1), 23-35.
- Cartilla de autoconstrucción para vivienda de uno y dos pisos de Pontifica Universidad Javeriana
- Cicero González, L. Implicaciones del uso del bloque de tierra comprimida en el diseño de vivienda de interés social en Monterrey, Nuevo León.
- Contreras, L., & Contreras, S. (2017). Algunas reflexiones sobre la “Arquitectura Vernácula”. *Cuadernos de Arquitectura*, 7(07), 67.
- Coremans, P. (2015). Criterios de intervención en materiales metálicos. *Madrid: Ministerio de Cultura*.
- Ramírez, A. (2002). La construcción sostenible. *Física y sociedad*, 13, 30-33.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (**DANE**) Censo general Tímbio 2018
<https://www.dane.gov.co/files/censo2005/perfiles/cauca/Timbio.pdf>
- Godoy, M., & Ríos, K. (2018). *Arquitectura Ecológica. Desarrollo local sostenible*, (febrero).
- Guerrero Baca, L. F. (2007). Arquitectura en tierra: Hacia la recuperación de una cultura constructiva. *Apuntes: Revista de estudios sobre patrimonio cultural-Journal of Cultural Heritage Studies*, 20(2), 182-201.
- Guerrero Baca, LF (2007). Arquitectura en tierra: Hacia la recuperación de una cultura constructiva. *Apuntes: Revista de estudios sobre patrimonio cultural-Journal of Cultural Heritage Studies* , 20 (2), 182-201.
- Hernández Pocero, J. (2016). *Construcción con tierra: Análisis, conservación y mejora. Un caso práctico en Senegal* (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).
- Jiménez Vicario, P. M., & Cirera Tortosa, A. (2014). *Arquitectura vernácula: entre lo local y lo global*.
- López, F. J. S., Baca, L. F. G., & Shiels, A. M. L. (2013). Técnicas de construcción con tierra. Desarrollo de prototipo experimental. In *Construcción con tierra, pasado, presente y futuro: Congresos de Arquitectura de Tierra en Cuenca de Campos 2012* (pp. 297-304). Cátedra Juan de Villanueva

Maíni, Satprem. Earth Technologies. Compressed Stabilised EarthBlocks. (2007).

Mateo, F. D. P., Sandoval, F. J., de la Calle, D. M., & Rodríguez, L. A. P. (2011). Prototipo de vivienda sostenible construida con muros de bloque de tierra comprimida (y una reflexión sobre la tectónica). In *Construcción con tierra, tecnología y arquitectura: Congresos de Arquitectura de Tierra en Cuenca de Campos 2010/11* (pp. 255-266). Cátedra Juan de Villanueva.

Max-nef, M., elizalde, A., & Hopenhayn, M. (1986). Desarrollo a Escala Humana una opción para el futuro. santiago de chile, castilla, Chile: Fundación Dag Hammarsjold.

Medina, K. T. A., & Medina, Ó. H. (2011). Bloque de tierra comprimida como material constructivo. *Facultad de Ingeniería*, 20(31), 55-68.

Medina, K. T. A., & Medina, Ó. H. (2011). Bloque de tierra comprimida como material constructivo. *Facultad de Ingeniería*, 20(31), 55-68.

Mileto, C., & Vegas, F. (2017). Criterios de intervención en la arquitectura de tierra. *Madrid, España: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.*

Pinto Lozano, C. A., Monroy Bustos, D. A. y Díaz Goyeneche, S. J. (2016). Elaboración de bloques estructurales con suelo – cemento para la ciudad de Villavicencio - Meta (Tesis de pregrado). Universidad Cooperativa de Colombia, Villavicencio.

Reglamento colombiano de construcción sismo resistente, Título E

Reglamento nacional de construcciones norma técnica de edificación NTE E.080

Reinberg, G. W. (2009). Apuntes sobre la arquitectura de la construcción ecológica. *Dearq. Revista de Arquitectura*, (4), 4-13.

Rueda, S. (2004). Habitabilidad y calidad de vida. *Cuadernos de Investigación urbanística*, (42).

Sandoval, F. J., Mateo, F. D. P., de la Calle, D. M., & Rodríguez, L. A. P. (2011). Proceso de reconstrucción de los muros de tapial de la iglesia de San Nicolás de Bari en Sinovas, Burgos (España). In *Construcción con tierra, tecnología y arquitectura: Congresos de Arquitectura de Tierra en Cuenca de Campos 2010/11* (pp. 213-222). Cátedra Juan de Villanueva.

9. ANEXOS

Anexo A: *Realización de renders exteriores desarrollados durante la pasantía en la oficina Dos Mas Dos Arquitectos S.A.S*



Fuente: elaboración propia



Fuente: elaboración propia

Anexo B: *Realización de renders interiores desarrollados durante la pasantía en la oficina Dos Mas Dos Arquitectos S.A.S*

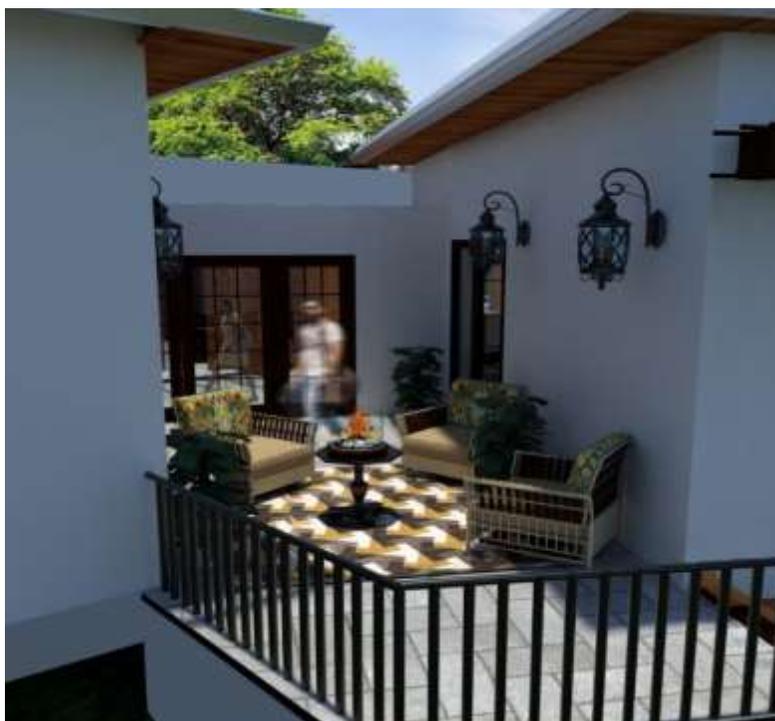


Fuente: elaboración propia



Fuente: elaboración propia

Anexo C: *Realización de renders interiores desarrollados durante la pasantía en la oficina Dos Mas Dos Arquitectos S.A.S*



Fuente: elaboración propia



Fuente: elaboración propia

Anexo D: Carta de certificación pasantía

DOS MAS DOS
ARQUITECTOS S.A.S

Popayán, Ciudad Universitaria

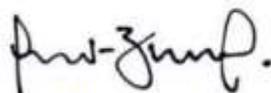
DOS MAS DOS
ARQUITECTOS S.A.S

CERTIFICA:

Que, el señor **MENESES DIAZ CARLOS EDUARDO** identificado con cédula de ciudadanía **1.061.800.407** expedida en **Popayán** cumplió satisfactoriamente su proceso de pasantía en esta Empresa, cumpliendo un total de 960 horas desde **el 04 de mayo de 2020** hasta el **04 de octubre de 2020**.

La presente certificación se expide a solicitud del interesado, a los 21 días del mes octubre de 2020

Cordialmente,



ARQ. JAVIER BARRERA GUZMAN
DIRECTOR GENERAL.

Activa
Ve a Cor

Anexo E: guía para la construcción en sistema BTC



GUÍA BÁSICA PARA CONSTRUCCIÓN CON BTC



FUNDACIÓN
UNIVERSITARIA
DE POPAYÁN



ELABORÓ: Carlos Eduardo Meneses Diaz

2022

INDICE

1. Características del BTC
2. Ventajas y vulnerabilidades del sistema constructivo BTC
3. Proceso de fabricación de BTC
4. Proceso constructivo
 - 4.1 cimentación
 - 4.2 Muros en bloques de tierra compactada
 - 4.3 Acabados para muros tierra compactada



Características del BTC

El bloque de tierra comprimida, o BTC (en inglés, CEB), es un material de construcción fabricado con una mezcla de tierra (82,75%), arena (6,20%) y de ser necesario un material estabilizante (11,03%), como cal aérea, cemento o arcilla, este elemento se elabora sometiendo tierra húmeda a un proceso de compresión estática o dinámica, utilizando una prensa para un posterior desmoldado. Con esta alternativa se obtienen muros más resistentes a la compresión, flexión y una elevada resistencia a la erosión con lo cual se obtiene un material con mejor comportamiento ante los sismos. (Caballero.2010)

Los bloques presentan diversas características según su elaboración, ya que la máquina facilita el empleo de moldes; pueden ser perforados, lo cual los hace más ligeros, teniendo la posibilidad de reforzarlos; también pueden presentar curvaturas, para ser utilizados estructural y arquitectónicamente. (Medina & Junco. 2011).



VENTAJAS Y VULNERABILIDADES DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO BTC



VULNERABILIDADES

existen consideraciones que deben ser tomadas en cuenta al usarlo, estas pueden ser vistas como vulnerabilidades, por ejemplo, la poca o nula protección de los muros contra su debilitamiento por el fenómeno de erosión. Que pueden ser reducidas mediante los controles de la tierra y los estabilizantes utilizados, el dimensionamiento adecuado de las piezas y los muros, tanto de la cimentación como del muro portante, o las vigas y pilares y.. (Vélez, 2011)

Higroscopicidad

Los bloques de tierra absorben 30 veces más humedad que las piezas de cerámica en un período de dos días. Aunque absorban tanta humedad, las paredes no pierden sus propiedades iniciales.(Minke, 2005)



01

Inercia térmica

los bloques de tierra compactada tienen la capacidad de almacenar energía dentro de su estructura para más tarde liberarla, garantizando así confort en el interior de la vivienda. por consiguiente, se hace un sistema propicio para ser utilizado con éxito en diferentes condiciones climáticas (Freixanet;Tepale 2016)

02

Aislamiento acústico

Los muros de BTC al estar conformados por tierra Tiene mejores propiedades acústicas que los muros tradicionales, aunque esto depende de la densidad, los agregados y granulometría de la tierra. (Sandoval & Guerra,2014)



03

Sostenibilidad

Los bloques de tierra compactada o BTC , al estar conformados en su mayoría por tierra natural son reciclables y reutilizables, una vez finalizada su vida útil puede incorporarse a la biosfera, diferencia de lo materiales tradicionales. (Gatti, 2012)



04



**PROCESO DE
FABRICACIÓN
DE BTC**

IDENTIFICACIÓN DEL SUELO

A la hora de iniciar un proyecto que implemente un sistema constructivo con muros de tierra compactada (BTC) se debe saber que no todos los tipos de suelo son apto para fabricar estos bloques, así pues como lo establece la norma UNE 103205:2006, se debe rechazar cualquier tipo que contenga una cantidad superior al 2% de materia orgánica o sales solubles.

Arcilla
Limo
Arena



ENSAYOS PARA LA SELECCIÓN DEL SUELO

Para la fabricación de los BTC el suelo debe poseer una humedad de 10 y 12% , para poder determinar esto se pueden realizar los siguientes ensayos in situ

1. Bola:

Consiste en tomar una porción de tierra agregándole agua, para posteriormente elaborar una pelota de 5cm de diámetro, comprimiéndola y dejándola caer de una altura de 1.2m, si al tocar al caer al piso se desintegra, la tierra posee una humedad insuficiente, o se deshace en 3 o 4 partes se puede concluir que la tierra posee una humedad adecuada, pero si al caer la bola se mantiene entera hay una humedad excesiva.

2. Cilindro:

Se debe tomar un puñado de tierra humedecerla y confeccionar un cilindro de 1 cm de radio, luego aplastarlo en forma de cinta de 5 mm y mantenerlo colgado con los dedos, según el trozo de el largo de trozo partido se puede concluir que .

- Muy arcilloso 15cm -30 cm
- Arcilla en un 50% 5cm - 15 cm
- Pobre en arcilla < a 5 cm

3. Sedimentación simple

Para esta prueba se debe llenar con tierra el primer cuarto de un recipiente cilíndrico, el resto con agua y una cucharada de sal, Agitar bien y dejar reposar unos 45 min, así entonces las gravas y arena se depositaran en la parte inferior, los limos y arcillas mas arriba, se debe medir estas alturas y multiplicarlas x 100% arrojando así el porcentaje aproximado de la composición del suelo, se podrá concluir que es un suelo arcilloso si el porcentaje de arcilla supera el 12%

PROCESO FABRICACIÓN DE BTC

De acuerdo con el “Manual de construcción con BTC” de la arquitecta Elena Ochoa, el proceso de producción del BTC consiste en una serie de pasos que se simplifica de la siguiente forma

1 Tamizado:

El tamizado o cribado tendrá dos funciones, una para eliminar materia orgánica o desechos que contaminen el material y la otra para controlar la granulometría del bloque.

2

Mezcla en seco:

se debe agregar un estabilizador a la mezcla para mejorar las propiedades de a tierra puede ser cal o arena El mezclado se deberá hacer hasta que se obtenga un resultado homogéneo.

3

Mezcla húmeda:

Agregar el agua poco a poco para no pasar el estado de húmedo. Al incorporar el agua las arcillas se adhieren mejor y se activa la reacción del estabilizador.

4

Compactado:

Para tener un control en el tamaño de los bloques usar siempre el molde de medida y llenarlo siempre al mismo nivel. La palanca de la prensa se deberá bajar lo más posible. El compactado, dependiendo de la cantidad requerida, se puede fabricar con prensa mecánica (100 bloques por hora), motorizada (200 bloques por hora) o hidráulica motorizada (240 bloques por hora). la resistencia a la compresión del BTC Debe star alrededor de los 40-120 kg/cm².

5

Cura húmeda:

El tiempo secado de los BTC deberá de ser de al menos 10 días. Durante estos días los bloques se deben hidratar puesto que en algunos casos contienen como estabilizante cemento, el cual necesita agua para reaccionar correctamente.

6

Pruebas de control:

El control de los BTC se puede realizar en dos momentos, en la extracción del suelo y en la compresión de los bloques. Se debe verificar que el suelo extraído mantenga su cohesión y plasticidad

1



2



4



ESPECIFICACIONES MINIMAS DEL BTC

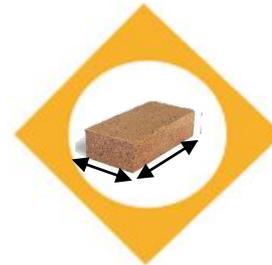
Posteriormente al proceso de fabricación se debe necesario verificar que a los 7 días de su elaboración los bloques de tierra compactada o BTC cumplan con las siguientes especificaciones mínimas



Resistencia a la compresión de 2 MPA o 20 kg/cm² según la norma NTC 3495

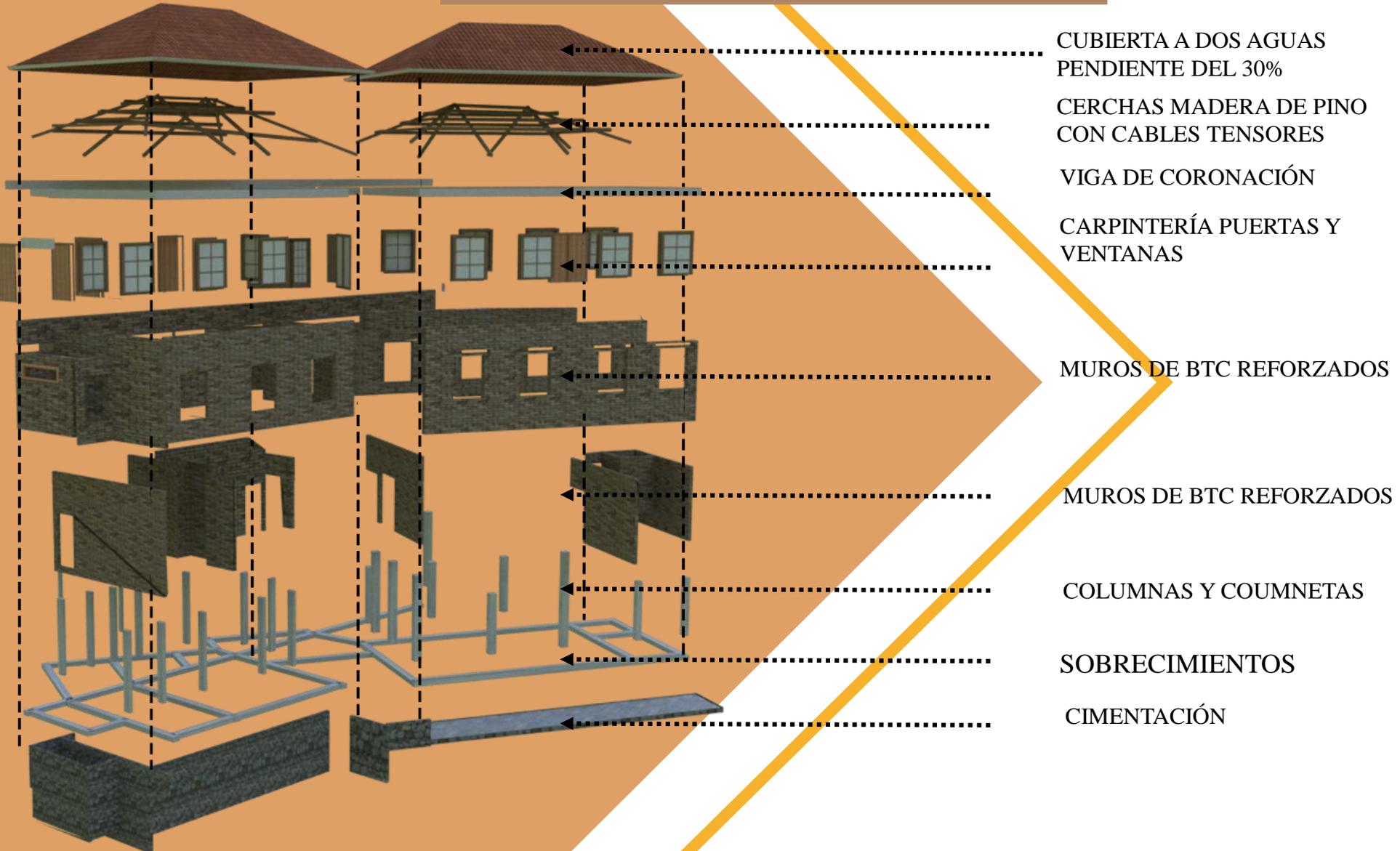


Peso mínimo del bloque seco 6,32 kg lo que supone una densidad de 170kg/m³



Las dimensiones mínimas exigidas por la norma NTC 5324 son de 14 cm x 9,5 cm x 29,5 cm y 22 cm x 9,5 cm x 22 cm.

PROCESO CONSTRUCTIVO



CIMENTACIÓN

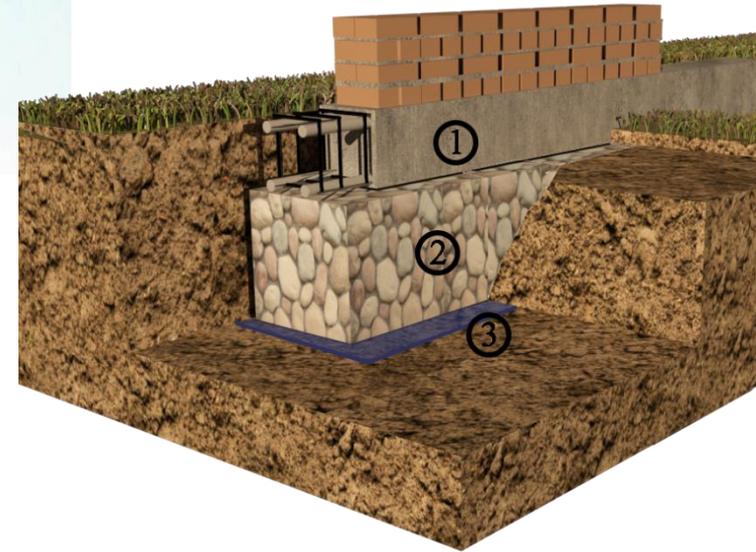
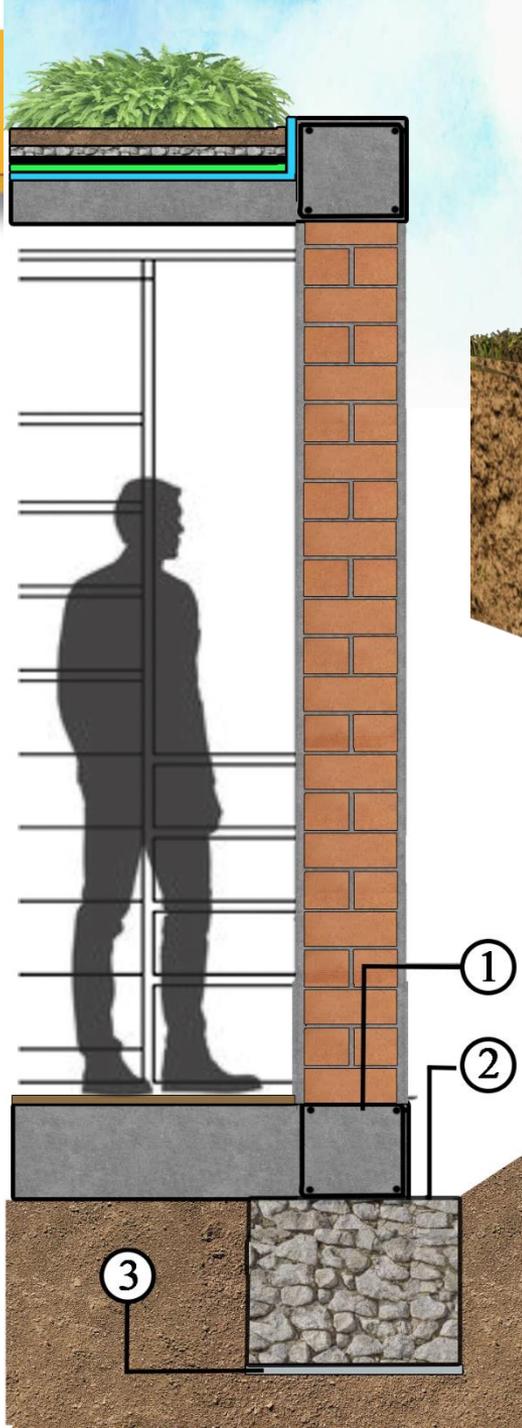
Para la cimentación del sistema constructivo con BTC, puede seguir los parámetros establecidos por la normativa **NRS-10 Título E** donde se estipula que estos deben tener una rigidez adecuada capaz y ser capaces de transmitir las cargas al suelo las cargas derivadas de la función estructural de cada muro, para ello se proponen se elaboren con piedra grande tipo pirca compactada, acomodada con piedras pequeñas y enmalladas con soga sintética-tipo gavión. El volumen ocupado por este agregado no debe ser superior al 40 % del volumen total del relleno ciclópeo. El resto del volumen debe llenarse con concreto de la misma o mejor calidad del concreto de las vigas de cimentación.

Sobre cimiento:

También se deben realizar la instalación de Sobre cimientos los cuales tienen la función de aislar el muro de la humedad del suelo, estos deben tener una altura mínima de 30 cm a 60 cm, se pueden realizar en concreto reforzado o concreto ciclópeo (Minke, 2001.)

Aislamiento:

El aislamiento de la cimentación es necesario en ocasiones cuando las condiciones del lugar son húmedas y pueda que el agua alcance la parte baja de nuestro edificio.



1. Sobre cimiento
2. Cimiento
3. aislamiento o solado

MUROS EN BLOQUES DE TIERRA COMPACTADA

Tipos de BTC

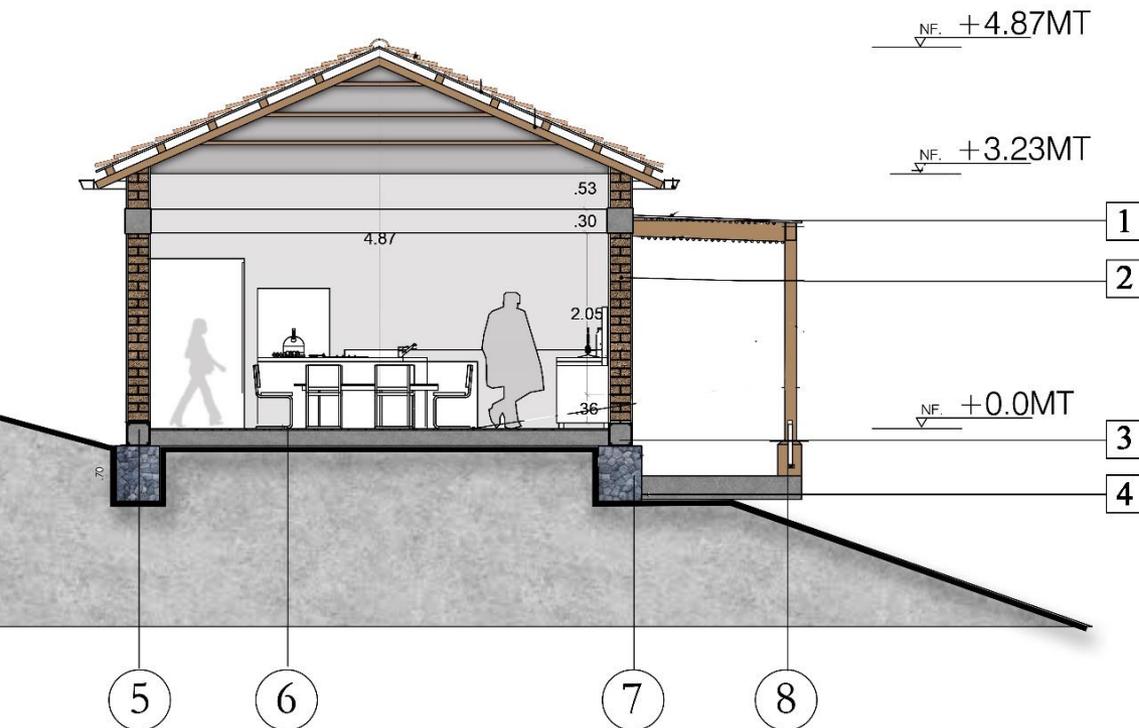


Estructural

Para fachada o divisorios

Para adoquín

Una de las primeras consideraciones que se deben tener en cuenta es la geometría en planta del edificio, lo más recomendable es generar un diseño con formas regulares, como lo estipula la NRS-10. Del mismo modo los planos en forma de L son menos estables, la mejor solución en este si se utilizan es separarlos



Para la elaboración de muros con BTC La normativa UNE 41410-2008 establece los diferentes tipos de bloques que se pueden implementar y esto está determinado según su uso, el color del BTC dependerá del tipo de arcilla que se use.

Otro aspecto fundamental es la esbeltez vertical de los muros en BTC de la edificación por normativa NTE 080 no pueden exceder 8 veces el espesor efectivo del muro es decir para muros de 30 cm su altura debe ser de 2.40 m, y los muros de mampostería confinada según la norma Si esta altura es superior, se requiere a instalación de contrafuertes.

1 Viga de coronación

2 Muro BTC

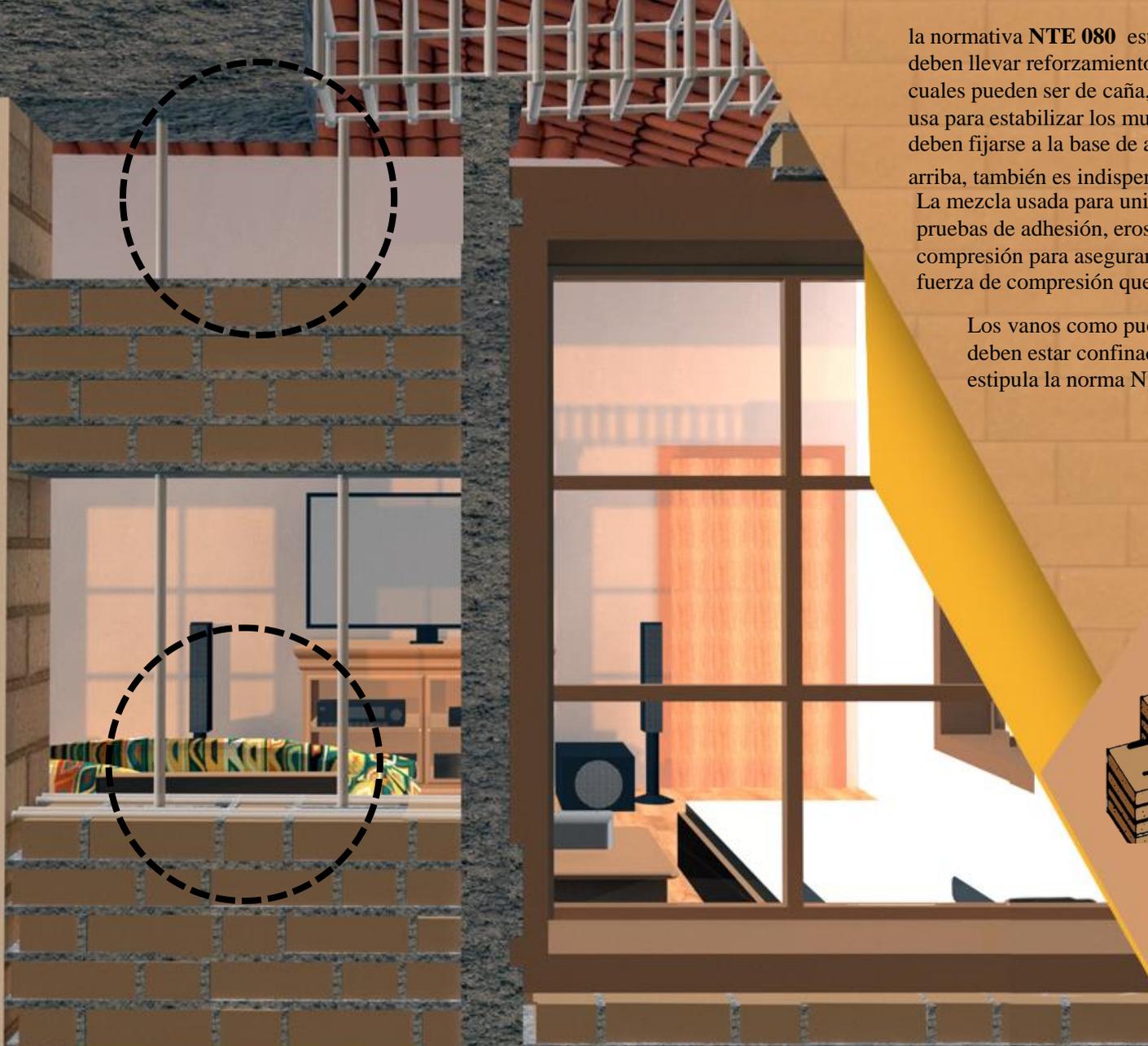
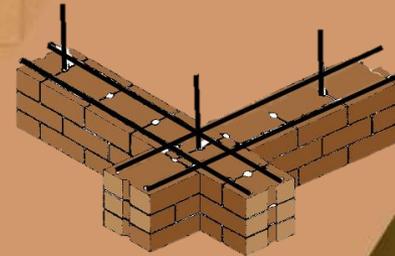
3 Sobre cimiento

4 Cimentación

la normativa **NTE 080** establece que los muros en **BTC** deben llevar reforzamiento de forma vertical y horizontal los cuales pueden ser de caña, bambú , o madera este método se usa para estabilizar los muros contra fuerzas horizontales y deben fijarse a la base de abajo y a un viga de coronación arriba, también es indispensable.

La mezcla usada para unión debe ser sometida a pruebas de adhesión, erosión y fuerza de compresión para asegurar que tenga la misma fuerza de compresión que los bloques

Los vanos como puertas y ventanas deben estar confinados como lo estipula la norma NRS-10



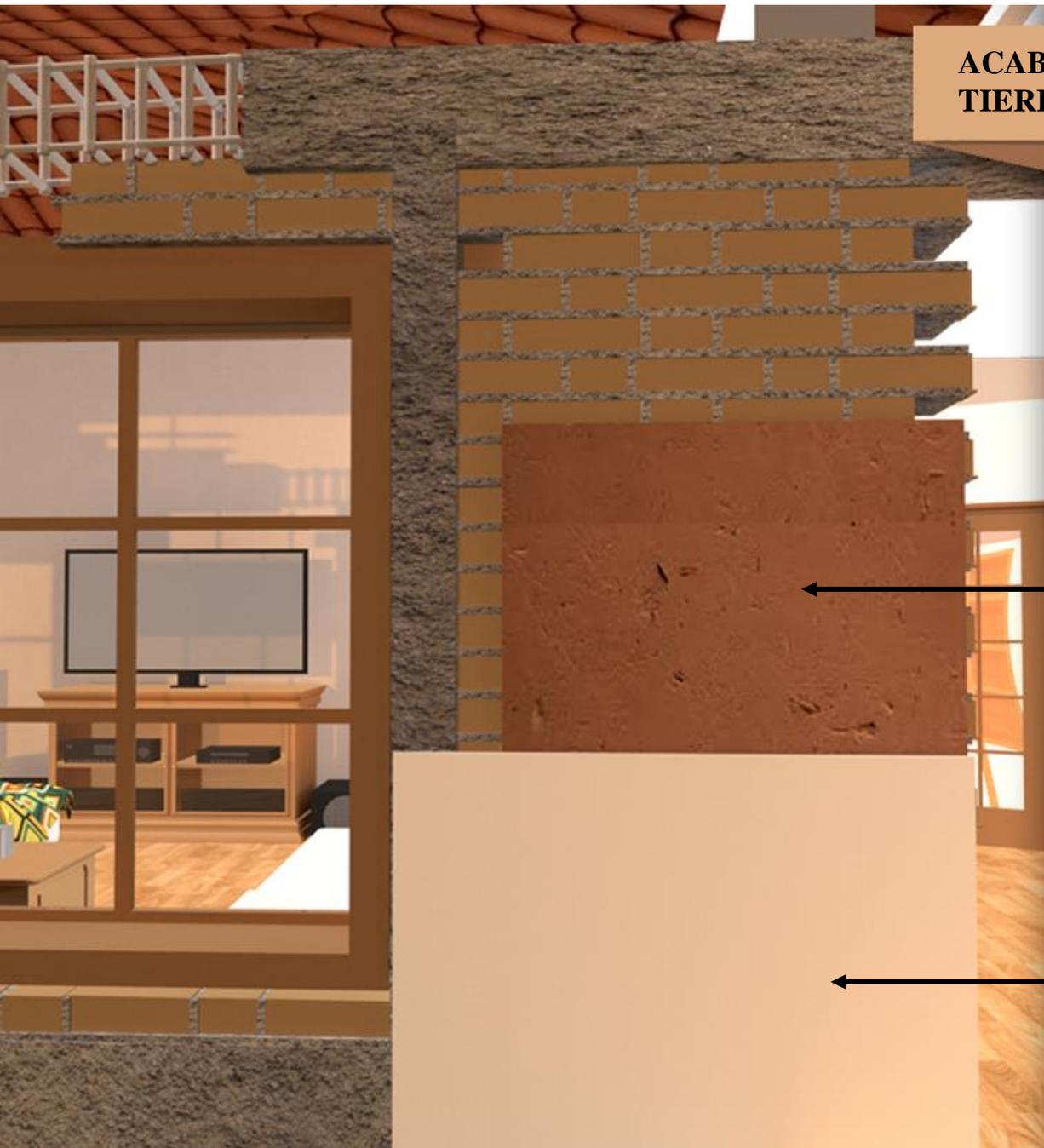
ACABADOS PARA MUROS TIERRA COMPACTADA

Para proteger los muros en tierra de la erosión producida por la absorción del agua se pueden realizar la aplicación de revocos los cuales se deben implementar cuando el muro de tierra este seco y limpio de elementos que puedan desprenderse

Revoque:

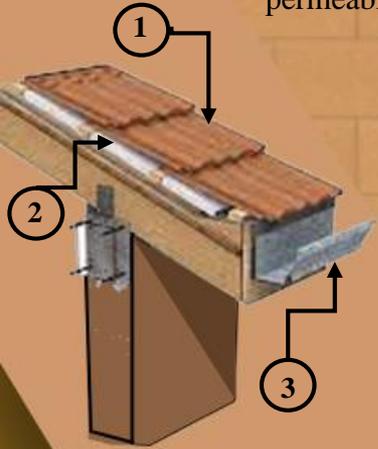
los revocos mas apropiados para un muro de BTC son de cal. Los morteros de cal empleados normalmente constan de 1 parte de cal y de 2 a 4 de arenase debe aplicar preferiblemente en varias capas (dos como mínimo) con un espesor no superior a 20 mm(Castilla, 2011,p6)

Una ves realizado el proceso de secado del revoque se puede proceder con la aplicación de pintura para exteriores



CUBIERTA

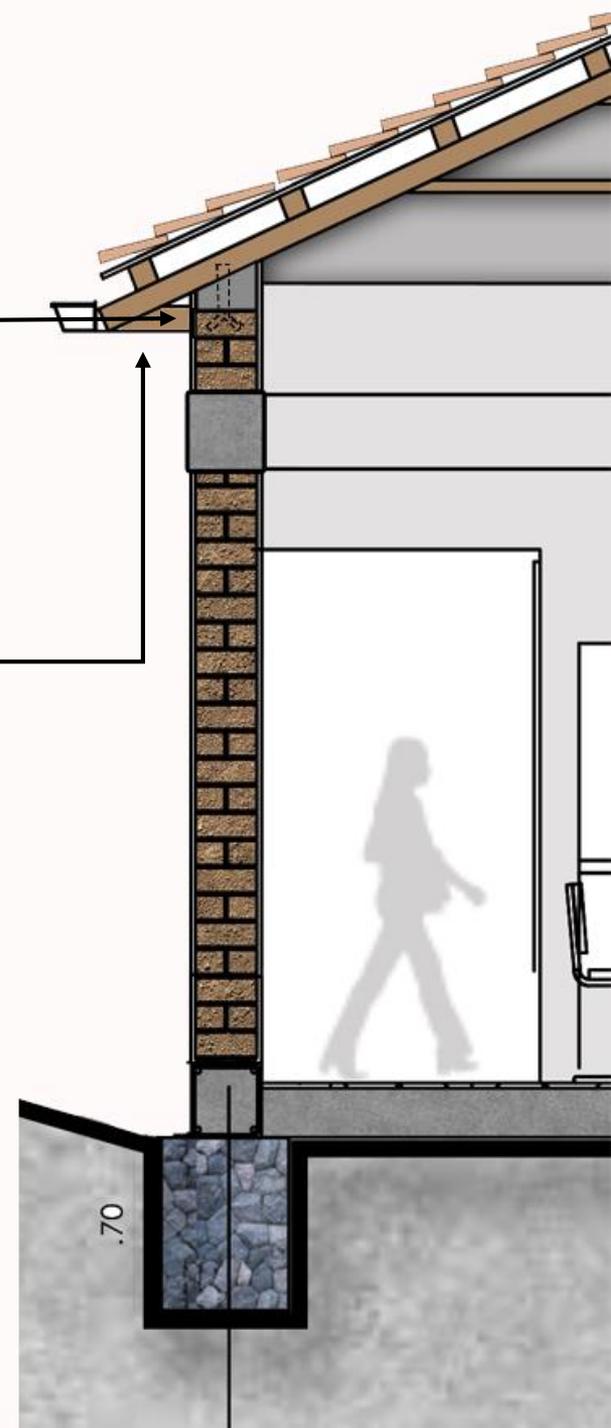
La cubierta está conformada por vigas y correas con una separación de un metro entre ellas. Se recomienda la utilización de techos aligerados con las mejores cualidades de rigidez y permeabilidad.

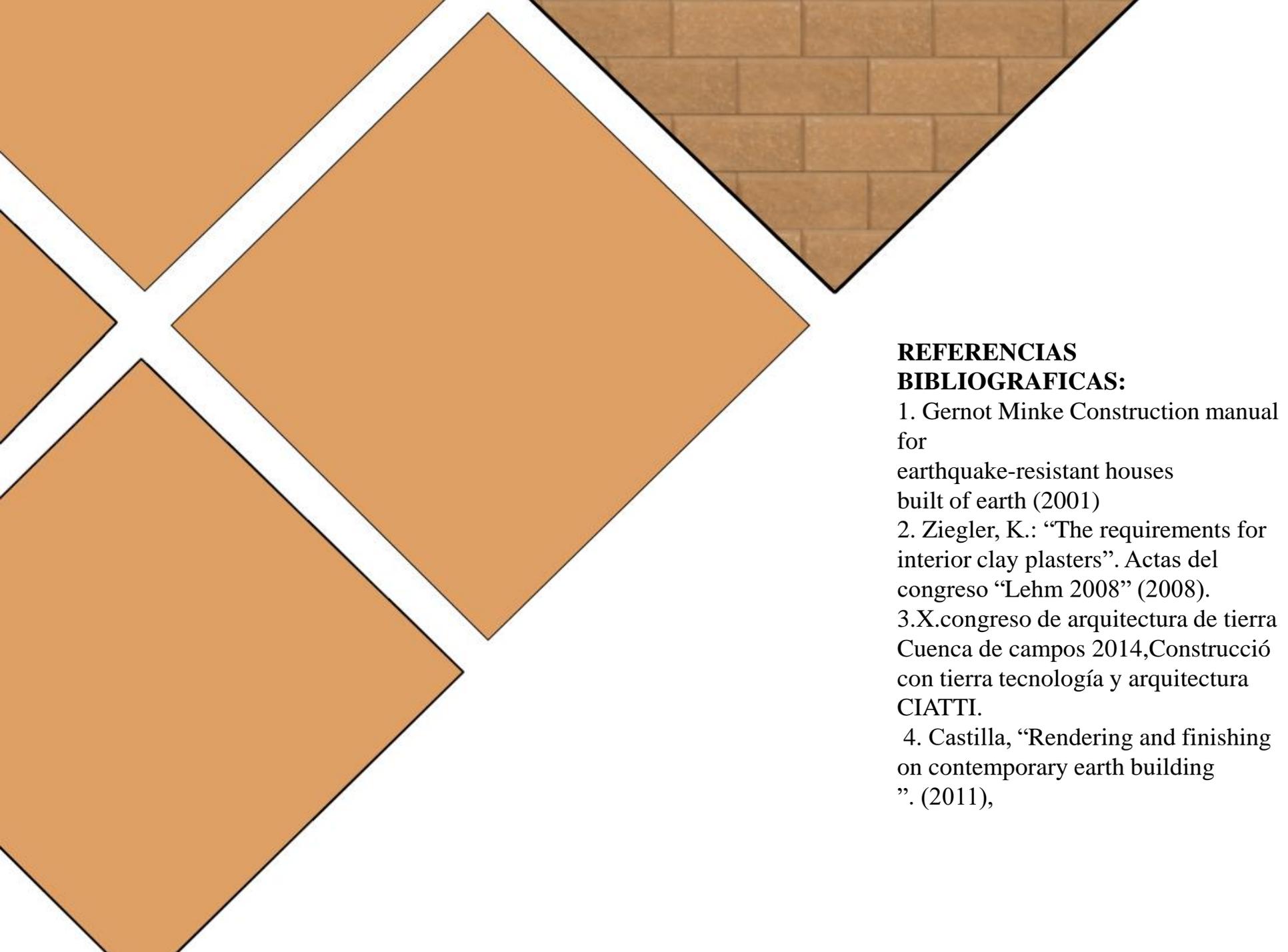


- 1 Teja de barro o española
- 2 Aislamiento
- 3 Canal metálico

Estas vigas transversales ayudan a dispersar la carga puntual ejercida por la cubierta para evitar pandeos en la misma

Las cubiertas deben tener aleros que permitan la protección de los muros contra el agua de la lluvia





**REFERENCIAS
BIBLIOGRAFICAS:**

1. Gernot Minke Construction manual for earthquake-resistant houses built of earth (2001)
2. Ziegler, K.: “The requirements for interior clay plasters”. Actas del congreso “Lehm 2008” (2008).
- 3.X.congreso de arquitectura de tierra Cuenca de campos 2014, Construcción con tierra tecnología y arquitectura CIATTI.
4. Castilla, “Rendering and finishing on contemporary earth building”. (2011),