



**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONSTRUCCIONES
TRADICIONALES EN TAPIA PISADA EN BOYACÁ Y SANTANDER**

JULIÁN DAVID PÉREZ PINILLA

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESPECIALIZACIÓN EN AVALÚOS | RURALES

BOGOTÁ D.C.

2020



UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESPECIALIZACIÓN EN AVALÚOS | RURALES

PROYECTO DE GRADO

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONSTRUCCIONES
TRADICIONALES EN TAPIA PISADA EN BOYACÁ Y SANTANDER**

PROFESORES:

ING. HERNANDO ACUÑA

ING. OSCAR TORRES

PRESENTADO POR:

JULIÁN DAVID PÉREZ PINILLA

BOGOTÁ D.C.

2020

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	4
MARCO CONCEPTUAL.....	5
MARCO HISTÓRICO.....	11
MARCO ESPACIAL.....	13
MARCO TEMPORAL.....	14
MARCO NORMATIVO.....	14
METODOLOGÍA.....	14
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	15
DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA.....	16
ESTADO DEL ARTE.....	16
DELIMITACIÓN DE LOS OBJETOS DE ESTUDIO.....	24
TIPIFICACIÓN DE LAS UNIDADES OBJETO DE ESTUDIO.....	27
MODELOS CREADOS A PARTIR DE LAS TIPIFICACIONES.....	52
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE LOS MODELOS CREADOS.....	60
VALOR POR M2 DE CONSTRUCCIÓN PARA CADA MODELO.....	66
CONCLUSIONES.....	66
BIBLIOGRAFÍA.....	67

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Proceso constructivo de muros de tapia pisada. Fuente: Construcción de muros en tapia y bahareque. SENA.	6
Ilustración 2. Herramientas necesarias para la construcción de muros en tapia pisada. Fuente: Construcción de muros en tapia y bahareque. SENA.	7
Ilustración 3. Muralla en tapia pisada y ladrillo de barro en Juayuguan, China. Fuente: Archivo Wanli Changcheng Jiayuguan.	11
Ilustración 4. Vista exterior de las construcciones de tapia pisada de Barichara. Fuente: reconstruyendotradicioneologica.com.	12
Ilustración 5. Referenciación de los municipios y departamentos objetos de estudio. Fuente: Elaboración propia con base en Cartografía del IGAC.	13
Ilustración 6. Georeferenciación de los municipios de Iza y Cuitiva - Boyacá. Fuente: Google Earth.	24
Ilustración 7. Objetos puntuales de estudio del municipio de Iza - Boyacá. Fuente: Google Earth.	25
Ilustración 8. Objetos puntuales de estudio del municipio de Cúitiva - Boyacá. Fuente: Google Earth.	25
Ilustración 9. Georeferenciación del municipio de Suaita - Santander. Fuente: Google Earth.	26
Ilustración 10. Objetos puntuales de estudio del municipio de Suaita - Santander. Fuente: Google Earth.	26
Ilustración 11. Fachada del objeto de estudio 1. Fuente: Captura propia.	27
Ilustración 12. Vista parcial interior del objeto de estudio 1. Fuente: Captura propia.	27
Ilustración 13. Fachada principal del objeto de estudio 2. Fuente: Captura propia.	29
Ilustración 14. Fachada secundaria del objeto de estudio 2. Fuente: Captura propia.	29
Ilustración 15. Fachada principal objeto de estudio 3. Fuente: Captura propia.	31
Ilustración 16. Detalle de fachada y cubierta objeto de estudio 3. Fuente: Captura propia.	31
Ilustración 17. Fachada principal objeto de estudio 4. Fuente: Captura propia.	33
Ilustración 18. Fachada secundaria objeto de estudio 4. Fuente: Captura propia.	33
Ilustración 19. Fachada principal objeto de estudio 5. Fuente: Captura propia.	35
Ilustración 20. Fachada secundaria objeto de estudio 5. Fuente: Captura propia.	35
Ilustración 21. Fachada principal objeto de estudio 1. Fuente: Captura propia.	37
Ilustración 22. Fachada secundaria objeto de estudio 1. Fuente: Captura propia.	37
Ilustración 23. Detalle del acceso. Fuente: Captura propia.	38
Ilustración 24. Detalle carpintería y niveles – hall de acceso. Fuente: Captura propia.	38
Ilustración 25. Detalle de construcción - patio interno. Fuente: Captura propia.	39
Ilustración 26. Detalle de carpintería. Fuente: Captura propia.	39
Ilustración 27. Detalle de carpintería. Fuente: Captura propia.	40
Ilustración 28. Detalle de estructura de cubierta sobre muros de tapia. Fuente: Captura propia.	40
Ilustración 29. Fachada objeto de estudio 2. Fuente: Google Street View.	42
Ilustración 30. Detalle hall de acceso. Fuente: Captura propia.	42
Ilustración 31. Detalle de patio interior. Fuente: Captura propia.	43
Ilustración 32. Detalle de patio interior: Fuente: Captura propia.	43

Ilustración 33. Detalle de cubierta. Fuente: Captura propia.....	44
Ilustración 34. Detalle de escaleras hacia segunda planta. Fuente: Captura propia.....	44
Ilustración 35. Detalle de carpintería. Fuente: Captura propia.....	45
Ilustración 36. Fachada del objeto de estudio 3. Fuente: Captura propia.	47
Ilustración 37. Detalle de acceso y carpintería. Fuente: Captura propia.....	47
Ilustración 38. Detalle de circulación y patio interno. Fuente: Captura propia.	48
Ilustración 39. Detalle de circulación interna, acceso a habitaciones y dinteles. Fuente: Captura propia.....	48
Ilustración 40. Detalle de acceso a las habitaciones, acabados de piso. Fuente: Captura propia.	49
Ilustración 41. Detalle de habitaciones, acabados y carpintería. Fuente: Captura propia.	49
Ilustración 42. Detalle de carpintería. Fuente: Captura propia.....	50
Ilustración 43. Detalle de baño y acabados. Fuente: Captura propia.	50
Ilustración 44. Planta arquitectónica del Modelo 1 - Boyacá. Fuente: Elaboración propia.	53
Ilustración 45. Vista axonométrica 3D del Modelo 1 - Boyacá. Fuente: Elaboración propia.	54
Ilustración 46. Vista axonométrica explotada del Modelo 1 - Boyacá. Fuente: Elaboración propia.	55
Ilustración 47. Planta arquitectónica del Modelo 2 - Santander. Fuente: Elaboración propia.	57
Ilustración 48. Vista axonométrica 3D del Modelo 2 - Santander. Fuente: Elaboración propia.	58
Ilustración 49. Vista axonométrica explotada del Modelo 2 - Santander. Fuente: Elaboración propia.....	59

INTRODUCCIÓN.

La tradición constructiva de Colombia se ha manifestado desde las culturas muiscas prehispánicas de la región andina del país, las cuales utilizaban los recursos naturales en la ejecución de sistemas de construcción como el Bahareque. A partir del siglo XVI y como efecto de la colonización las maneras de construir indígenas se adaptan a las innovaciones tecnológicas, implementándose así en la forma de construir, la Tapia Pisada y el Adobe; estos tres sistemas constructivos se caracterizan porque tienen como principal componente la tierra en conjunto con elementos como la madera, la piedra, el agua y fibras vegetales, etc.

Desde entonces las mencionadas técnicas se practican en la mayoría de las regiones del país a un ritmo decreciente, sin embargo, en la actualidad se evidencian construcciones de estas tipologías presentes principalmente en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Santander, debido a factores como la tradición y a la abundancia de los recursos en su geografía; estos sistemas constructivos se encuentran en edificaciones de centros poblados a manera de vivienda, equipamientos e inmuebles comerciales, como también en unidades de vivienda rural tradicional.

Estas manifestaciones arquitectónicas son vestigios de la tradición e historia de nuestro país, de una forma de construir sostenible a raíz de los propios recursos naturales ofrecidos por nuestro contexto geográfico, además generando interacciones sociales en sus procesos constructivos fomentando también la transmisión del conocimiento ancestral y autóctono, pues para la elaboración de edificaciones bajo estos parámetros sólo se necesitaba una cuadrilla sin conocimientos especializados y el material necesario es obtenido en el sitio.

La implementación de los sistemas constructivos tradicionales se ha ido desvaneciendo paulatinamente debido a la industrialización de los materiales de construcción, como también debido a requerimientos sismoresistentes a los que se deben adaptar las edificaciones en la actualidad. Es cierto que las construcciones en Bahareque y Tapia Pisada pueden llegar a ser sismoresistentes, pero en nuestro país persiste el interés por construir en otros sistemas constructivos predominantes en zonas rurales como la mampostería estructural o de ladrillo o bloque cocido, columnas y vigas en concreto, sistemas prefabricados, maderas, entre otros.

Debido a ello, en las zonas rurales o centros poblados municipales de nuestro territorio es posible percibir una mixtura arquitectónica de tipologías edificatorias, encontrando así tanto edificaciones de estilo colonial (Tapia Pisada), Bahareque, Mampostería de Adobe, como Pórticos en Concreto, Mampostería Estructural, Sistemas Prefabricados, etc., y es por esto que, en relación con la valoración de inmuebles en estos marcos geográficos nosotros los valuadores nos encontramos

con un reto importante al momento de valorar objetivamente las edificaciones de diversos tipos.

Por lo anterior y con base en que actualmente no existe información detallada ni actualizada en cuanto a análisis de precios unitarios para la valoración de las edificaciones de Tapia Pisada de las zonas rurales de nuestro país, se genera le presente investigación encaminada puntualmente a determinar el valor comercial por m² de un sistema constructivo tradicional a base de tierra, teniendo como área de estudio algunos municipios de los departamentos de Boyacá y Santander.

Al día de hoy se pueden encontrar gran cantidad de construcciones de tapia pisada en los centros poblados de las municipalidades de nuestro país, sobre todo frente a los parques principales y en los centros históricos de los pueblos, sin embargo, también se hallan en contextos rurales a manera de viviendas campesinas; estas construcciones representan la tradición histórica de construir de nuestros antepasados, basados en una tecnología atribuida por la colonización, y la cual perdura al día de hoy después de cientos de años de construida, de igual manera significan espacios habitables dotados de un especial confort térmico y espacial que los sistemas constructivos actuales no ofrecen.

A pesar de lo anterior, estas construcciones actualmente se consideran obsoletas y para criterio de los vendedores y compradores de las mismas, en la mayoría de sus casos se menosprecian, tranzándose por un menor valor del que costó construirla y del que cuesta su legado, y muchas veces omitiendo su valor y vendiendo únicamente el inmueble como terreno. Con esta premisa se entiende que una parte de los poseedores y vendedores de este tipo de construcciones son campesinos o personas con escasos recursos, por ende, se genera un daño al negociar estos bienes por un valor por debajo de lo justo, y mucho peor por ningún valor.

El problema radica en que al momento de la compraventa de este tipo de edificaciones no se considera su especialidad como sistema constructivo tradicional, ni se le da importancia al legado histórico que representa; si no que sucede todo lo contrario, como es poco común, antiguo y generalmente se encuentra en regular estado de conservación, se considera como un objeto de menor valor o de valor nulo.

Colombia, y en especial las zonas de Boyacá y Santander tienen un inmenso potencial arquitectónico tradicional que debemos preservar, pues somos un referente global al poseer tantas y tan variadas construcciones en tierra; empero, se encuentran en regulares estados de conservación y mantenimiento. Para lograrlo primero se debe formar la cultura con el fin de tener y conservar en el tiempo una

memoria histórica arraigada en nuestras tradiciones propias, las cuales día a día se perciben más etéreas.

Poco a poco se ha perdido la memoria de edificar con sistemas tradicionales como el bahareque y la tapia pisada. La materia prima utilizada es vernácula, está presente en la actualidad y se pueden implementar en la construcción de viviendas de interés prioritario y/o social; además, estas formas de construir resultan eficientes, económicas, ambientalmente amigables, sostenibles y, un valor agregado es que se pueden desarrollar de manera comunitaria.

Este estudio es un incentivo para ampliar la información existente sobre sistemas constructivos tradicionales y así fomentar la objetividad en la labor de los valuadores ofreciendo información técnica, detallada y actualizada para la valoración de edificaciones de sistemas constructivos tradicionales, específicamente de Tapia Pisada.

De igual forma es también un instrumento para fomentar la implementación contemporánea de estos sistemas constructivos y así reinventar las formas de construir mezclando lo tradicional con lo contemporáneo, pues la Tapia Pisada ofrece ventajas ambientales, sociales, económicas, de confort climático y espacial que deberían repensarse para su aprovechamiento en pleno siglo XXI.

OBJETIVOS.

Objetivo General.

Cuantificar un análisis de precios unitarios para el sistema constructivo de Tapia Pisada, teniendo como objeto de estudio las construcciones tradicionales de los municipios de Iza y Cuítiva en Boyacá, y el municipio de Suaita en Santander.

Objetivos Específicos.

1. Identificar las características propias de las tipologías constructivas de cada departamento.
2. Diseñar un modelo arquitectónico para cada departamento según las características tipológicas identificadas
3. Calcular un Análisis de Precios Unitarios para cada modelo creado.
4. Resumir los análisis en un valor por m² para cada modelo – departamento.
5. Comparar los resultados emitidos para cada modelo – departamento.

MARCO CONCEPTUAL.

- Construcción en tierra:

La tierra ha sido el material de construcción predominante en casi todos los climas cálido-secos y templados del mundo, aún en la actualidad hay un tercio de la humanidad que habita en viviendas de tierra y en países en vía de desarrollo esto representa más de la mitad, debido a que las necesidades de hábitat en estos países solo se pueden encarar implementando materiales de construcción locales y técnicas de autoconstrucción.

Este elemento es el material de construcción natural más importante y abundante en la mayoría de las regiones del mundo, obtenido frecuentemente posterior a la excavación de los cimientos. La tierra ha resurgido como material de construcción en países industrializados caracterizados por la desmedida explotación de los recursos naturales como una alternativa ecológica y social para también enfrentar el desempleo.

Actualmente las tecnologías de construcción con tierra manifiestan su importancia no solo para la autoconstrucción sino además para la construcción industrializada, pues se ha comprendido que la tierra en la construcción natural demuestra mejores cualidades que los materiales como el hormigón y ladrillo.

En Colombia las técnicas de construcción con tierra se han desarrollado de acuerdo con las condiciones locales, dando lugar a una particular manifestación de la arquitectura tradicional colombiana. En los altiplanos predomina la tecnología del adobe y la tapia pisada; en la zona indígena de influencia de los guambianos, el adobe no lleva fibras vegetales; en el altiplano de los santanderes impera la tapia pisada, y a lo largo de las riberas de los ríos Magdalena y Cauca se desarrolla principalmente el bahareque.

- Tapia Pisada o Tapial:

La tapia pisada o tierra apisonada fue bien conocida por siglos en todos los continentes del mundo como técnica tradicional de construcción de muros. La técnica consiste en rellenar un encofrado cuyo espesor debe ser superior a 40 cms y contiene capas verticales de tierra húmeda arcillosa de 10 a 15 cm, compactando cada una de ellas con un pisón. El encofrado o tapial está compuesto por dos tablonces de madera o paneles metálicos paralelos separados conforme el espesor del muro y unidos por travesaños transversales; posterior a la compactación, el tapial se desplaza horizontalmente en continuidad con el muro para proseguir su construcción.

Estos imponentes muros de tierra apisonada se erigen sobre cimentaciones generalmente ciclópeas lineales bajo cada muro en toda su extensión. Posterior al secado de los muros, los vanos de las ventanas y puertas se esculpen con cincel y se refuerzan con dinteles de madera sobre cada vacío.

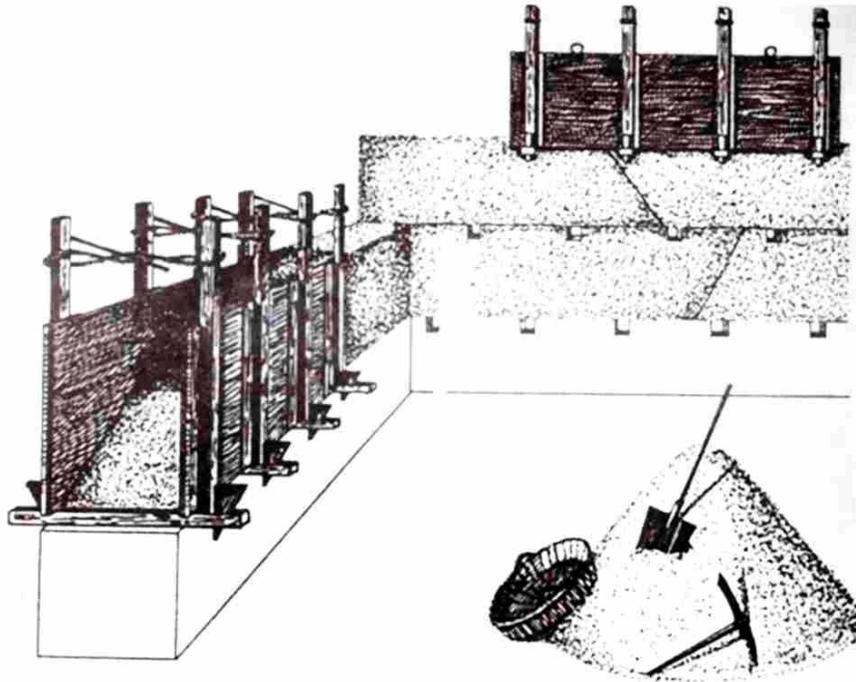


Ilustración 1. Proceso constructivo de muros de tapia pisada. Fuente: Construcción de muros en tapia y bahareque. SENA.

Existen sistemas de encofrado más sofisticados y una compactación mediante la utilización de pistones eléctricos o neumáticos reducen los costos de mano de obra significativamente y hacen de esta técnica una opción relevante en países industrializados.

En comparación con técnicas en las que el barro se utiliza en un estado más húmedo, la técnica del tapial brinda una retracción mucho más baja y una mayor resistencia. La ventaja con relación a las técnicas de construcción con adobe es que las construcciones de tapial son monolíticas y por ello tienen una mayor durabilidad.

No todas las tierras son adecuadas para la construcción de tapia pisada: se estima que la mejor tierra debe estar compuesta por: gravilla: 0 a 15%, arena: 40 a 50%, limo: 35 a 20% y arcilla: 15 a 25%.

Las herramientas utilizadas o componentes necesarios para la construcción de los muros de tierra apisonada son:

Tapial o Formaleta: conformada por la unión de tablas sostenidas por medio de montantes.

Tablas verticales o paredes: deben ser lisas para proveer una superficie homogénea y tipo machimbreadas para ensamblarlas.

Los parales: En madera rolliza o aserrada de sección cuadrada, por lo general rebasan la altura de la formaleta por lo menos en 50 centímetros. Rematan en un espigo de 2.7 centímetros de espesor.

Las riostras: Se hacen de madera dura y resistente. Espesor de 8 centímetros en promedio, longitud de 1.14 metros. A 9 centímetros de los extremos, se tallan las cajas de 20 por 3 centímetros. Para una formaleta de 2.60 metros se pudieron utilizar 4 riostras, cada 80 centímetros y precisa que las cajas deben tener un plano inclinado, el mismo ángulo que la cuña.

Las cuñas: Sirven para apretar los para les y los paneles contra la hilada del muro ya hecha, introduciéndolas entre las cajas de las agujas. Juegan un papel importante en la plomada de la formaleta. Hincándolas en mayor o menor grado, se determina el espesor del muro.

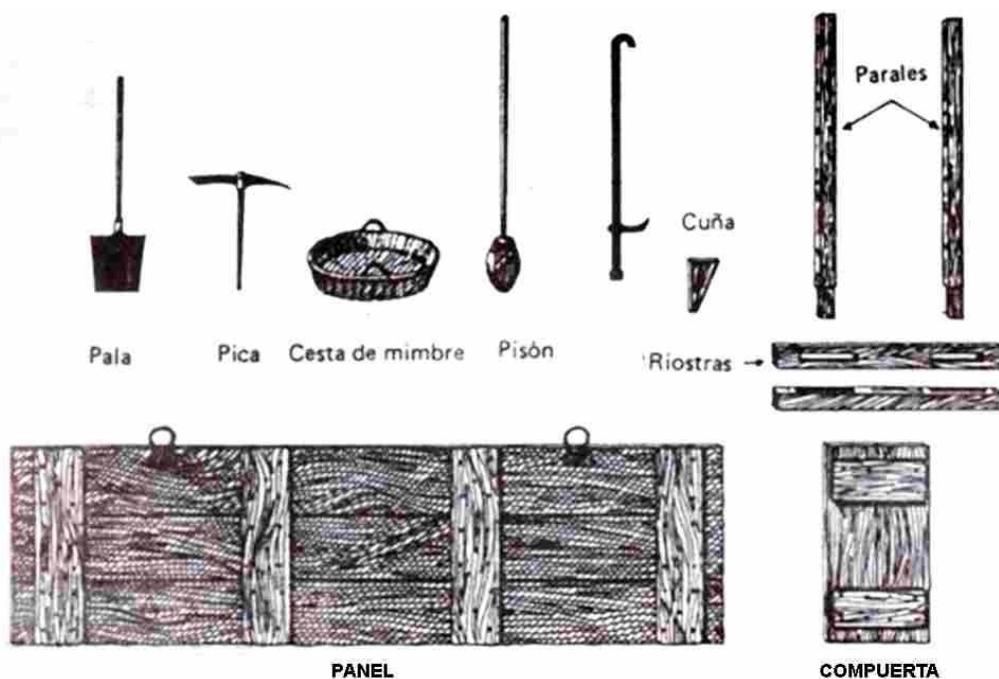


Ilustración 2. Herramientas necesarias para la construcción de muros en tapia pisada. Fuente: Construcción de muros en tapia y bahareque. SENA.

El proceso de obra de una construcción en tapia pisada es el siguiente:

1. Recolección del material necesario (tierra y piedra).
2. Excavación de la cimentación.
3. Fundición de la cimentación.
4. Armado de la formaleta.
5. Deposición de la tierra dentro de la formaleta y apisonamiento.
6. Secado de la tierra apisonada.
7. Desplazamiento de la formaleta para continuar el muro.
8. Formaleta interna para vacío de los muros (en cada caso).
9. Aberturas para las vigas del segundo nivel o cubierta.
10. Construcción de la estructura de cubierta y machimbreado.
11. Placa de cubierta en tierra.
12. Recubrimiento de cubierta en teja de barro y pañete de muros.

- **Presupuesto de Obra:**

Un presupuesto de obra es la predicción previa y aproximada del dinero necesario para realizar una construcción, estableciendo factores cualitativos de composición en cuanto a actividades y materiales, como cuantitativos de unidades o cantidades necesarias. Comprende un listado completo de las actividades que componen la realización de la construcción, desde su inicio hasta la terminación de la obra, como lo son: diseño, estructura, instalaciones, mampostería, acabados, etc. Incluyendo toda la información disponible como planos donde se enuncian las dimensiones, áreas y volúmenes junto con las especificaciones detalladas de cada material utilizado.

- **Análisis de Precios Unitarios (APU):**

Es el elemento básico para la elaboración del presupuesto de obra. Su base de cálculo es el costo y la unidad de medida correspondiente a cada ítem de dicho presupuesto. En el APU se detallan en costo directo la utilización de los insumos como proporciones de gasto dentro de la actividad, separados generalmente por cuatro grupos de costos: materiales, mano de obra, transporte y equipos – herramientas.

Se calculan previamente las cantidades de obra que se requieren para la construcción; el cálculo del producto de las cantidades por el precio unitario permite obtener el valor parcial de cada actividad.

- **Actividad de obra:**

Es el proceso mediante el cual cada elemento geométrico diseñado se construye colocando, ensamblando y transformando materiales, que puede expresarse en un plano, tiene una unidad de medida, de duración dentro de un cronograma de obra y hace parte de un capítulo general.

- **Capítulo de obra:**

Conjunto de actividades con características comunes o descripción de una etapa en la que suele descomponerse la ejecución de una obra.

- **Vida Útil de las Construcciones:**

“Entendida como el periodo después de la construcción e instalación durante el cual el edificio y sus partes cumplen o exceden los requerimientos de rendimiento para lo cual fueron diseñados y construidos; por lo que es necesario hacer uso de mantenimiento correctivo significativo y de reparaciones y remplazos de los materiales y componentes constructivos” (International Standards Organization, 2000).

En cuanto a la vida útil de las construcciones en tierra, en especial de tapia pisada no se encuentran datos objetivos con criterios técnicos o científicos, pues ésta depende del clima, de la técnica con que fue construida la edificación, los materiales utilizados, la ubicación geográfica del objeto, la frecuencia de movimientos sísmicos del lugar, la exposición a la intemperie, los refuerzos estructurales, mantenimiento y conservación, etc. Sin embargo, una construcción patrimonial de tapia puede tener una vida útil superior a los 100 años sin ningún tipo de mantenimiento, según estudio de la International Standards Organization.

- **Tipificar:**

RAE, 2020: “Ajustar varias cosas semejantes a un tipo o norma común. Dicho de una persona o de una cosa: representar el tipo de la especie o clase a la que pertenece.” Para la presente investigación, se entiende este concepto como la acción de recopilar las características del objeto arquitectónico de cada departamento, para así crear un modelo con el mismo lenguaje, que represente la tradición constructiva de cada región y se caracterice de los demás.

- **Valuación:**

Según el Artículo 3 de la Ley 1673 de 2013, la valuación: “Es la actividad, por medio de la cual se determina el valor de un bien, de conformidad con los métodos, técnicas, actuaciones, criterios y herramientas que se consideren necesarios y pertinentes para el dictamen. El dictamen de la valuación se denomina avalúo.”

- **Avalúo Comercial:**

“Es la estimación del valor comercial de un inmueble, teniendo en cuenta sus características físicas, de uso, de investigación y análisis de mercado” (IGAC).

- **Avalúo Catastral:**

Según el Artículo 8 de la Resolución 070 de 2011, “El avalúo catastral consiste en la determinación del valor de los predios, obtenido mediante investigación y análisis estadístico del mercado inmobiliario. El avalúo catastral de cada predio se determinará por la adición de los avalúos parciales practicados independientemente para los terrenos y para las edificaciones en él comprendidos.”

- **Método de costo de reposición:**

Según la Resolución 620 del 2008, “Es el que busca establecer el valor comercial del bien objeto de avalúo a partir de estimar el costo total de la construcción a precios de hoy, un bien semejante al del objeto de avalúo, y restarle la depreciación acumulada. Al valor así obtenido se le debe adicionar el valor correspondiente al terreno. Para ello se utilizará la siguiente fórmula:

$$Vc = \{Ct - D\} + Vt$$

En donde:

Vc = Valor comercial

Ct = Costo total de la construcción

D = Depreciación

Vt = Valor del terreno

Parágrafo. Depreciación: Es la porción de la vida útil que en términos económicos se debe descontar al inmueble por el tiempo de uso, toda vez que se debe avaluar la vida remanente del bien.”

MARCO HISTÓRICO.

Referencias históricas de la construcción en Tapia Pisada:

Casi desde los inicios de la historia de la civilización, el hombre ha utilizado la tierra arcillosa como material de construcción. Los primeros vestigios de construcción en tierra se originaron en el Neolítico y se localizaron en Mesopotamia entre el Tigris y el Éufrates. En las primitivas ciudades de Persia, Siria, así como en Jericó la más antigua del mundo, se levantaron edificadas a partir de la técnica de la tierra.

En las zonas arqueológicas de las culturas Yangshao y de la Longshan ubicadas en China, se evidencia el uso de la tierra pisada. Técnica muy común en aquel país, ya que gran parte de la Gran Muralla se realizada bajo esta práctica. En países del norte y del este africano como Yemen, Marruecos e Irán han utilizado y siguen utilizando la tapia pisada y el adobe, por ser un método que exige poca tecnología.

La primitiva técnica de construir muros compactándose a golpes la tierra arcillosa mediante el uso de un pisón dentro de un encofrado de madera deslizante para contenerla, se denominó en Iberoamérica tapia y tapial en España. Utilizado también entre los antiguos romanos.

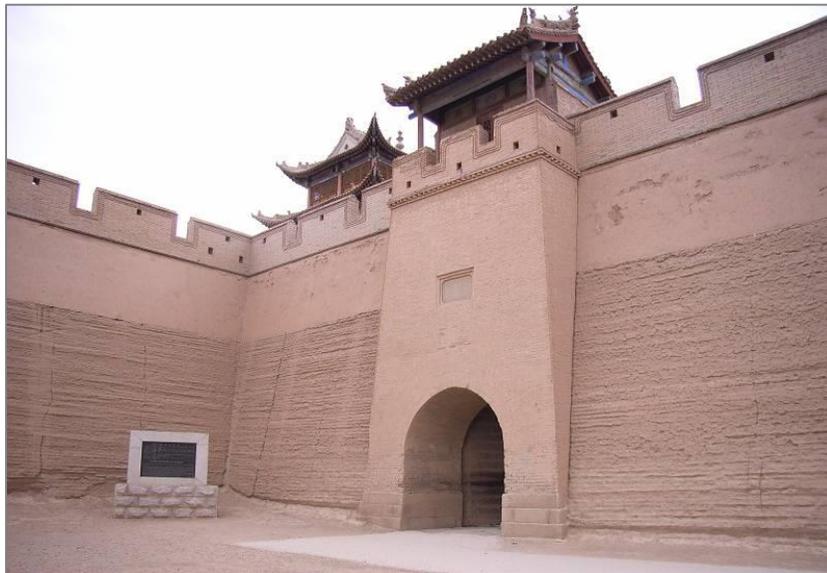


Ilustración 3. Muralla en tapia pisada y ladrillo de barro en Juayuguan, China. Fuente: Archivo Wanli Changcheng Jiayuguan.

Fue durante época colonial que se revivió en Colombia para la construcción de los muros de las casas y los templos, la ancestral costumbre de los indígenas de utilizar

tierra. Convirtiéndose así en la técnica más popular para la construcción de las viviendas de la mayoría de los españoles.

Aunque en aquella época también se empleó el bahareque como material de construcción. Las edificaciones de prestigio se levantaban en tapia pisada. En el grosor de los muros se excedían, pues llegaban a tener un metro de espesor. En épocas posteriores, se hicieron más delgados, alrededor de cuarenta o cincuenta centímetros.

Entre 1920 y 1940 Colombia dejó de ser una nación rural para convertirse en urbana. Las construcciones elaboradas con la técnica heredada de los indígenas y españoles entró en desuso. Se inició el camino hacia la modernización. Materiales como el cemento y el acero dejaron relegados a la tapia pisada.

Pero el aguerrido carácter de los pobladores de Barichara, un municipio ubicado en la provincia de Guanentá en el Departamento de Santander, los lleva a preservar la cultura que por más de tres siglos abanderó la construcción en nuestro país.



Ilustración 4. Vista exterior de las construcciones de tapia pisada de Barichara. Fuente: reconstruyendotradicioneologica.com.

MARCO ESPACIAL.

- **Departamentos:**
 - Boyacá.
 - Santander.

- **Municipios:**
 - Iza, Cuítiva – Boyacá.
 - Suaita – Santander.



Ilustración 5. Referenciación de los municipios y departamentos objetos de estudio. Fuente: Elaboración propia con base en Cartografía del IGAC.

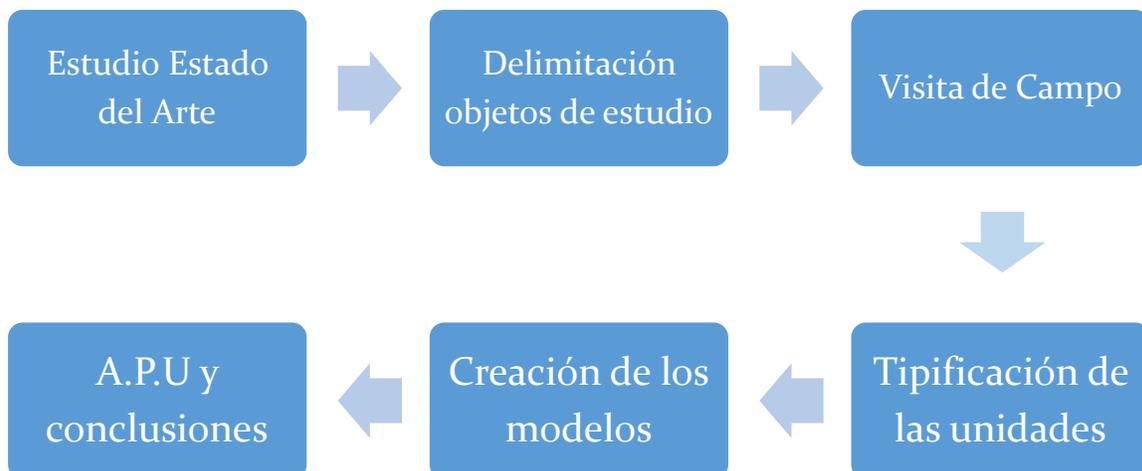
MARCO TEMPORAL.

El contexto temporal de la presente investigación es a día de hoy.

MARCO NORMATIVO.

- Decreto 1139 / 1995. Avalúos Rurales.
- Ley 400 / 1997. (Modificada por Ley 1229 de 2008). Construcciones Sismo Resistentes.
- Decreto 1420 / 1998. Referente al tema de avalúos.
- Resolución 620 / 2008. Se establecen los procedimientos para los avalúos.
- Decreto 926 / 2010. Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente. NSR - 10.
- Decreto 1469 / 2010. Se reglamentan disposiciones relativas a licencias urbanísticas y reconocimiento de las edificaciones.
- Ley 1673 / 2013. Se reglamenta la actividad del evaluador y se dictan otras disposiciones.
- ISO 15686 / 2000. Edificios y activos construidos: Planificación de la vida útil, parte 1: Principios generales.

METODOLOGÍA.



CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

Tabla 1. Cronograma de actividades de la presente investigación. Fuente: Elaboración propia.

SEMANA 1	Estudio – Estado del Arte
SEMANA 2	Estudio – Estado del Arte
SEMANA 3	Estudio – Estado del Arte
SEMANA 4	Delimitación de los objetos de estudio
SEMANA 5	Delimitación de los objetos de estudio
SEMANA 6	Visita de Campo
SEMANA 7	Visita de Campo
SEMANA 8	Tipificación de las unidades
SEMANA 9	Tipificación de las unidades
SEMANA 10	Análisis de precios unitarios
SEMANA 11	Análisis de precios unitarios
SEMANA 12	Conclusiones

DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA.

ESTADO DEL ARTE.

Para comprender cada concepto tratado en el presente estudio es necesario abordar cada temática desde la investigación académica y científica. Es por eso que a continuación se mencionan los apartados más importantes de cada referencia bibliográfica pesquisada, en relación con los conceptos clave afines a la construcción tradicional en tierra y su respectiva valoración.

Tipologías Edificatorias en Tierra:

Revista Apuntes, Pontificia Universidad Javeriana, Jul-Dic 2007. Vol. 20, No. 2.

La revista Apuntes ha presentado diversos artículos que abordan la presentación y análisis crítico de proyectos de intervención, resaltando metodologías y criterios utilizados en las intervenciones sobre los sistemas constructivos en tierra realizados en el ámbito nacional y latinoamericano. De esta manera proporciona insumos para el desarrollo de investigaciones sobre la tradición arquitectónica colombiana y sus formas de intervención y preservación.

“Los procesos que conlleva la construcción en tierra, tales como horadar la tierra y mezclar fibras y materiales, han permitido adaptar estos sistemas constructivos a cada necesidad y extender su uso a lo largo del planeta sobre todo en los climas cálidos y templados. Su uso se ha asociado a diversas tipologías edificatorias, mostrando con ello su versatilidad y creando novedosas formas y lenguajes que caracterizan cada región” (Beltrán, 2007).

Por lo anterior se puede concluir que cada región, por sus condiciones geográficas, climáticas, económicas y sociales crea sus propios lenguajes constructivos, es por esto que las maneras de construir la tapia pisada no pueden ser idénticas en Cundinamarca, Boyacá y Santander, y allí es cuando surgen las tipologías edificatorias características de cada departamento.

Construcción en Tapia Pisada:

SENA, Centro de Industria y Construcción - Regional Caldas, 2012, Construcción de muros en tapia y bahareque.

Esta cartilla didáctica elaborada por el Servicio Nacional de Aprendizaje se especializa en detallar puntualmente los procesos constructivos de la tapia pisada

y el bahareque de manera independiente. Es de especial interés el enfoque que la cartilla le da a la tapia pisada, sus técnicas de construcción, materiales ideales empleados, ensayos físicos y químicos de laboratorio para determinar la escogencia del material. Igualmente se mencionan las herramientas empleadas en los procesos constructivos, así como los métodos de construcción, procesos de levantamiento de los muros y demás especificaciones técnicas para tener en cuenta para la adecuada construcción de una edificación de tierra apisonada.

“El interés demostrado por los diferentes países del mundo en las formas y técnicas tradicionales de las edificaciones, no es solo nostalgia; se ha demostrado que las tradiciones, son un potencial de las alternativas que tienen las comunidades para dar respuesta a su hábitat y mejoramiento del entorno donde viven, las cuales no tienen acceso a las nuevas tecnologías por sus altos costos y difícil adquisición, es cuando deben recurrir a las tradiciones, las cuales ofrecen paradójicamente mayores posibilidades; igualmente sucede con las intervenciones en los diferentes edificaciones de valor patrimonial, en donde es recurrente trasladarse al pasado para retomar originalmente sus sistemas constructivos y lograr restaurar el sistema actual, compatiblemente” (SENA, 2007).

Teniendo en cuenta la anterior reflexión se resalta que la construcción tradicional al día de hoy es una alternativa de edificar para las comunidades con dificultad de adquisición de materiales constructivos contemporáneos, sin embargo, también puede ser una elección ecológica y sostenible para el que quiera edificar conscientemente sin impactar de manera drástica al medio ambiente. Para fortalecer esta invitación a construir con tierra apisonada la cartilla emite un listado de ventajas y desventajas de este sistema de construcción la cual se despliega a continuación:

Tabla 2. Ventajas y desventajas de la construcción en tapia pisada. Fuente: SENA.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Homogeneidad del muro.	Se altera con la lluvia y los drenajes cercanos que el muro pueda absorber (para subsanarlo debe recibir revoque de tierra o mejorado con cal).
Realización de grandes espesores en una operación.	Los muros se deben secar completamente antes de apoyar la cubierta.
Homogeneidad del muro.	Requiere de protección contra la lluvia durante el periodo de secado.
Realización de grandes espesores en una operación.	Requiere de más mano de obra.

No presenta contracciones en el secado.	Los cimientos deberán estar impermeabilizados para evitar humedades.
Los pudrimientos no son frecuentes.	
Construcciones con poca madera.	
Buen comportamiento frente a los incendios y ataque de insectos.	
Mano de obra de menor calificación.	
No se necesita lugar de almacenamiento.	
No requiere tiempo de curado	
Puede quedar sin revoque	
Cuando el terreno es bueno, el desempeño estructural es excelente.	
La durabilidad es equivalente al ladrillo y muy superior al adobe.	

La arquitectura en tierra como construcción sostenible:

Gloria Zuleta Roa, 2011, La arquitectura en tierra: una alternativa para la construcción sostenible.

En el artículo al que hace mención este apartado, Gloria Zuleta define la construcción sostenible como: “aquella que considera el ciclo completo de la edificación desde su fase de diseño, construcción y finalización de su vida útil, teniendo en cuenta el contexto ambiental, cultural y económico”.

- **Fase de diseño:** una construcción sostenible genera espacios con altos niveles de confort y calidad de vida de sus habitantes durante su vida útil. La construcción en tapia pisada tiene excelentes cualidades térmicas, pues tiene gran capacidad de almacenamiento de calor en el día y de difusión en las noches, lo que permite una temperatura interior confortable. Igualmente, este sistema posee cualidades acústicas sobresalientes pues no es transmisor de vibraciones sonoras.
- **Fase de construcción:** una construcción sostenible no genera residuos, encuentra armonía con el entorno, aprovecha los materiales de la región y disminuye sustancialmente la degradación ambiental. La construcción en tapia pisada requiere un bajo coste energético, no genera deforestación, se construye en la misma región donde se extrae y por lo tanto no genera grandes gastos ni gran contaminación en transporte.
- **Contextos culturales y económicos:** una construcción sostenible, desde un enfoque sistémico fortalece una cultura ecológica fundamentada en la inclusión social, el respeto y la inclusión social. La construcción en tapia pisada es asequible económicamente, genera alternativas de autoconstrucción, así como fortalecimiento de tejidos sociales en sus

procesos de construcción comunitaria, la cual promueve la generación de empleo y de ingresos. Además de lo anterior, el valor cultural de la tapia pisada es de relevancia, pues su uso va ligado con el saber tradicional de los habitantes de cada lugar, de la misma manera que interactúa entre los marcos de lo ancestral y lo científico.

- **Material sostenible:** es aquel de fácil reposición en la naturaleza, no posee agentes químicos artificiales nocivos, además, es de fácil acceso por su abundancia en el entorno como por los costos bajos de su extracción y por último es totalmente reciclable. La construcción en tapia pisada es ignífuga, inocua, no se descompone, no sufre daños por insectos, es reciclable, su materia prima se encuentra en casi cualquier lugar del mundo y si no tiene las cualidades físico químicas necesarias para su implementación en esta técnica, se puede mezclar con otros elementos naturales para lograr su finalidad.

Se enfatiza sobre la construcción en tierra como alternativa sostenible con el fin de incentivar la valoración de estos sistemas constructivos y de su importancia ecológica, cultural y socioeconómica; y así mitigar la desestimación a la que se ve sometida la tapia pisada en la actualidad.

Sismoresistencia de la Tapia Pisada:

Reglamento de construcción sismoresistente NSR-10 (Decreto 926 / 2010).

El reglamento de construcción sismoresistente NSR-10 es el encargado de regular las condiciones con las que deben contar las construcciones con el fin de que la respuesta estructural a un sismo sea favorable. Por lo anterior y teniendo en cuenta que las construcciones en pura tapia pisada no tienen elementos estructurales antisísmicos, la NSR-10 no contempla este sistema constructivo dentro de sus apartados, tampoco la tierra como material de construcción; por lo tanto, obtener una licencia urbanística para dichas construcciones en obra nueva no es posible, como tampoco lo es una construcción en tapia con refuerzos estructurales. Sin embargo, se permite la combinación de muros en tapia pisada en sistema con estructuras metálicas y/o de concreto.

“La NSR-10 no contempla a la tierra como material de construcción, ni nueva ni preexistente, ni a ninguno de sus sistemas constructivos asociados como la tapia pisada, el adobe o el bahareque. Esta omisión en la NSR-10 generó una grave incoherencia en el entramado legal involucrado en la preservación y conservación del Patrimonio Cultural construido con tierra, y ha provocado gravísimas agresiones en intervenciones en inmuebles históricos, con afectación de sus valores patrimoniales, bajo el equivocado entendimiento de pretender aplicar normas

inapropiadas que, incluso, en algunos casos ponen en riesgo su estabilidad” (Rivero Bolaños, S., De Valdenebro, F., 2015).

Vida útil de las construcciones:

Silverio Hernández Moreno. Planeación de la vida útil en proyectos arquitectónicos. Universidad Autónoma del Estado de México.

En esta investigación se plantea una metodología para predicción o suposición de la vida útil de las edificaciones con base en los factores de cálculo establecidos por la norma ISO 15686. El autor establece una metodología a través de los siguientes procedimientos:

1. Identificar las condiciones generales de servicio, tipo de inmueble, requerimientos funcionales y rendimiento del edificio. En esta etapa se identifican las condiciones generales del edificio como: tipo de edificio, usuario del edificio, localización de los componentes constructivos (accesibilidad de los componentes), consideraciones económicas del proyecto respecto a la planeación de su vida útil, frecuencia del mantenimiento del edificio y sus reparaciones relevantes (que afectan el rendimiento y el presupuesto de mantenimiento).
2. Determinar e identificar los factores más relevantes que afectan a la durabilidad del proyecto. Para determinar estos factores es conveniente usar la norma técnica ISO 15686 y la norma CSA S478-95, principalmente; más el criterio del arquitecto, diseñador o proyectista del edificio con base en su experiencia profesional que puede ser determinante en las estimaciones, ya que este método solo se recomienda usarlo cuando se requiere estimar una vida útil de manera rápida y aproximada en etapas tempranas de diseño.
3. Determinación de la Vida Útil de Diseño (VUD) del edificio y sus componentes. Para determinar la VUD es válido partir de una Vida Útil de Referencia (VUR), que puede estar definida por la práctica y experiencia profesional, o mediante la utilización de información confiable y previamente registrada de forma estadística sobre determinados tipos y categorías de edificaciones y de sus características de durabilidad y de condiciones de factibilidad económica y técnica.
4. Estimación de la vida útil del edificio y de sus componentes constructivos (con el método por factores de ISO 15686). Para la estimación de la vida útil del edificio y sus componentes, se utiliza de manera general, la norma ISO 15686 complementada con la norma canadiense CSA S478-95 (Canadian Standards Association, 2011).

A continuación, se presenta una tabla para calcular la vida útil de diseño o vida útil base de la construcción, teniendo en cuenta la categoría o tipo de edificio.

Tabla 3. Vida útil de diseño por categoría o tipo de edificio. Fuente: International Standards Association, 2001.

CATEGORÍA	VIDA ÚTIL DE DISEÑO	EJEMPLOS
Temporales	Hasta 10 años	Construcciones no permanentes, oficinas de ventas, edificios de exhibición temporal, construcciones provisionales.
Vida media	25 – 49	La mayoría de los edificios industriales y la mayoría de las estructuras para estacionamientos.
Vida larga	50 – 99	La mayoría de los edificios residenciales, comerciales, de oficinas, de salud, de educación.
Permanentes	Más de 100	Edificios monumentales, de tipo patrimoniales (museos, galerías de arte, archivos generales, etc.).

Teniendo en cuenta la tabla anterior, para estimar la vida útil de las construcciones en tapia pisada, es posible tomar como base una vida útil de diseño de más de 100 años; este criterio también es respaldado por las muestras de durabilidad que expresan los inmuebles que se erigen en buen estado en nuestra nación, los cuales superan los 100 años, llegando a haber casos de durabilidad de hasta 300 años.

Ahora, para poner en práctica este método se tomará un valor base de vida útil de 150 años para construcciones en tapia pisada. Los factores establecidos por la ISO 15686 están enunciados a continuación y se valoran de la siguiente manera:

0.8 = Bajo o deficiente.

1.0 = Regular o promedio.

1.2 = Muy bueno o eficiente.

Tabla 4. Factores para la estimación de la vida útil de los edificios de tapia pisada ejemplo de aplicación municipios estudiados. Fuente: Elaboración propia con base en factores de ISO 15686.

FACTORES	VALOR ASIGNADO
<p>Calidad de los materiales y componentes de construcción. La calidad de un material está determinada por sus componentes en sus materias primas (aspectos físicos y químicos) pero también por su manera en que fue producido, es decir por sus características de manufactura, transporte y almacenaje. Su control de calidad dependerá desde la extracción de la materia prima, su selección y evaluación de dicha materia prima, hasta su manufactura, transporte, almacenaje y aplicación en la obra</p>	<p>0.8. La calidad de los materiales y componentes generalmente utilizados para la construcción en tapia pisada en Colombia no es de calidad sobresaliente, pues no se realizan los estudios técnicos de las cualidades físico – químicas de la tierra, además, la manufactura de la edificación es muy castiza al no contar con personal especializado si no con la gente común del lugar.</p>
<p>El nivel o grado del diseño arquitectónico, constructivo y de sus instalaciones. Diseño del edificio completo y sus componentes o partes, tales como: la estructura, el envolvente, las instalaciones y los acabados con apego a las normas de construcción pero también de acuerdo a la premisa en que los elementos de construcción y arquitectónicos deben quedar lo más protegidos posible de los agentes de degradación.</p>	<p>1.0. El diseño arquitectónico y constructivo es bueno, pues se ha demostrado que las edificaciones tradicionales en tapia perduran cientos de años incluso sin mantenimiento. Sin embargo no se encuentra regulado por la normatividad constructiva nacional.</p>
<p>La calidad y nivel de la mano de obra en la ejecución de los procesos de construcción e instalación bajo sus correspondientes normas técnicas y reglamentos de construcción. El nivel de la mano de obra en la ejecución de los trabajos se mide de acuerdo a la preparación técnica del constructor o instalador, y por supuesto a su experiencia en el tipo de proyectos que está ejecutando.</p>	<p>0.8. La mayoría de construcciones en tapia pisada se realizan sin mano de obra especializada, únicamente las personas corrientes del lugar. Empero estas formas de construir no son complejas y se han manifestado por generaciones debido a que son enseñadas y aplicadas periódicamente.</p>
<p>El medio ambiente del interior del edificio como: humedad, temperatura y diversos agentes químicos y físicos existentes. Los agentes agresivos del medio ambiente interno (humedad, temperatura y agentes químicos y físicos existentes al interior del inmueble y de los elementos construidos), ventilación, corrosión y condensación internas.</p>	<p>1.0. A pesar de que la temperatura interior en este tipo de edificaciones es confortable, la exposición de sus componentes a los agentes físico químicos es vulnerable debido a que se son materiales naturales como la tierra, madera y barro, los cuales resultan frágiles ante la</p>

	humedad, corrosión, insectos y calor.
El medio ambiente externo al edificio como el clima y la contaminación urbana. Localización y ubicación del edificio, clima exterior (humedad, temperatura), emisiones de vehículos e industrias, lluvia ácida etc.	1.0. Al localizarse en zonas rurales no se exponen trascendentalmente a contaminación urbana, lluvia ácida y constantes emisiones de vehículos. De igual manera estas construcciones son resistentes a altas temperaturas, pero no tanto a la humedad.
Uso del edificio con base en manuales y especificaciones realizadas por los diseñadores y constructores de los mismos que implican una mejor operabilidad del inmueble. Actividades y condiciones de uso y operación específicas del inmueble por el usuario y operario, como por ejemplo en: equipos electromecánicos, de instalaciones especiales, principalmente aire acondicionado, iluminación, equipos de seguridad, y en lo general las condiciones de uso que se le da al inmueble en todas sus partes y sus componentes.	1.2. El uso que se le da a las edificaciones es de bajo impacto, pues al ser destinadas para vivienda con comercio menor en algunos casos, no se encuentran expuestas a grandes esfuerzos de trabajo o equipos especializados.
Grado o nivel de mantenimiento de acuerdo con las especificaciones asentadas en el manual de mantenimiento realizado por los diseñadores y constructores del inmueble y de los productores o fabricantes de materiales y componentes usados en la construcción. Calidad y frecuencia en el mantenimiento y el tipo o grado de accesibilidad al mantenimiento de los componentes constructivos es factor para este punto.	0.8. El nivel de mantenimiento que generalmente se aprecia en este tipo de edificaciones es bajo, pues pertenecen en su mayoría a sectores poblacionales campesinos o de bajos recursos, los cuales no cuentan con conocimiento y/o recursos necesarios para la conservación de los inmuebles.

El cálculo de la vida útil estimada teniendo en cuenta la vida útil base y la calificación de los anteriores factores es la siguiente:

$$\text{VUE} = \text{VUB} \times \text{Factor A} \times \text{Factor B} \times \text{Factor C} \times \text{Factor D} \times \text{Factor E} \times \text{Factor F} \times \text{Factor G}$$

$$\text{VUE} = 150 \times 0.8 \times 1.0 \times 0.8 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.2 \times 0.8$$

$$\text{VUE} = 92 \text{ años}$$

DELIMITACIÓN DE LOS OBJETOS DE ESTUDIO.

Se tienen como referencia dos municipios boyacenses que son Iza y Cuítiva, de los cuales se obtienen muestras de fachada de cinco objetos arquitectónicos tradicionales construidos con tapia pisada. De igual forma, del municipio santandereano de Suaita, se obtienen muestras tanto de fachada como de interiores de tres edificaciones tradicionales de tapia pisada.



Ilustración 6. Georeferenciación de los municipios de Iza y Cuítiva - Boyacá. Fuente: Google Earth.

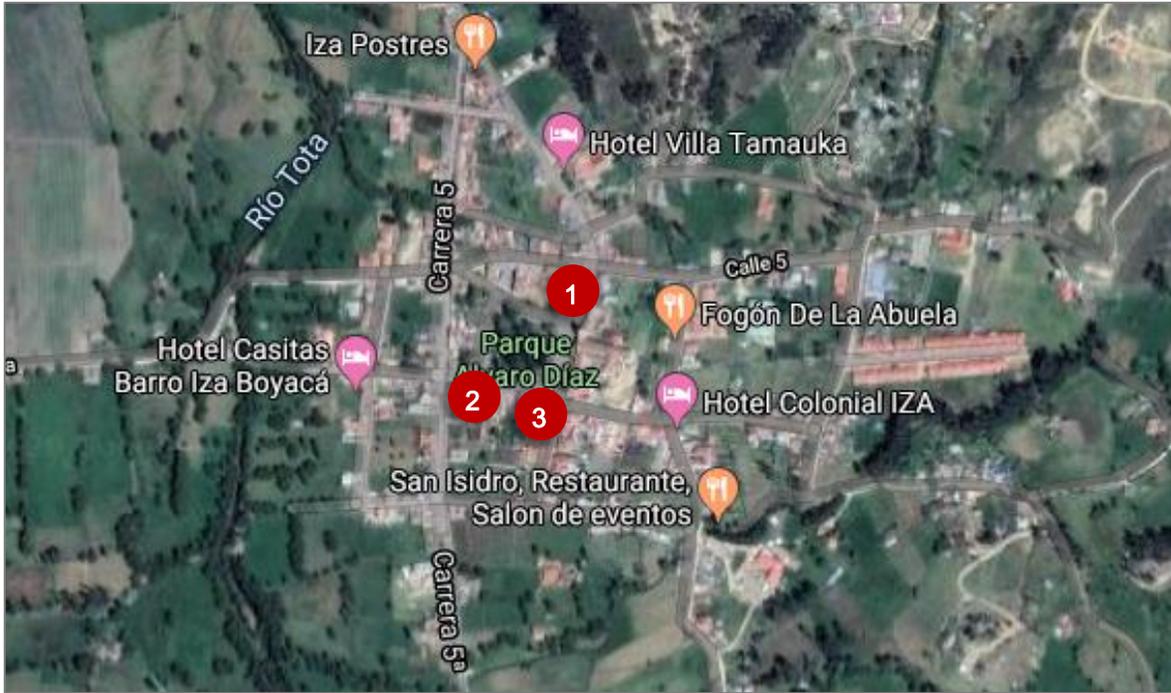


Ilustración 7. Objetos puntuales de estudio del municipio de Iza - Boyacá. Fuente: Google Earth.

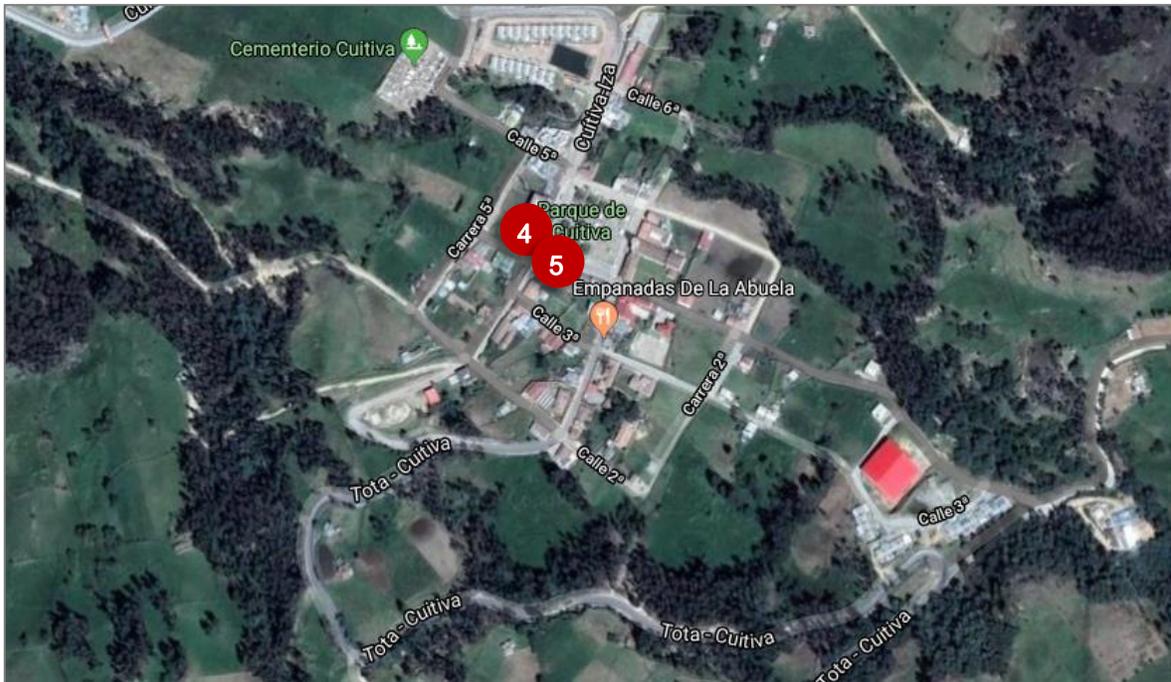


Ilustración 8. Objetos puntuales de estudio del municipio de Cúitiva - Boyacá. Fuente: Google Earth.



Ilustración 9. Georeferenciación del municipio de Suaita - Santander. Fuente: Google Earth.

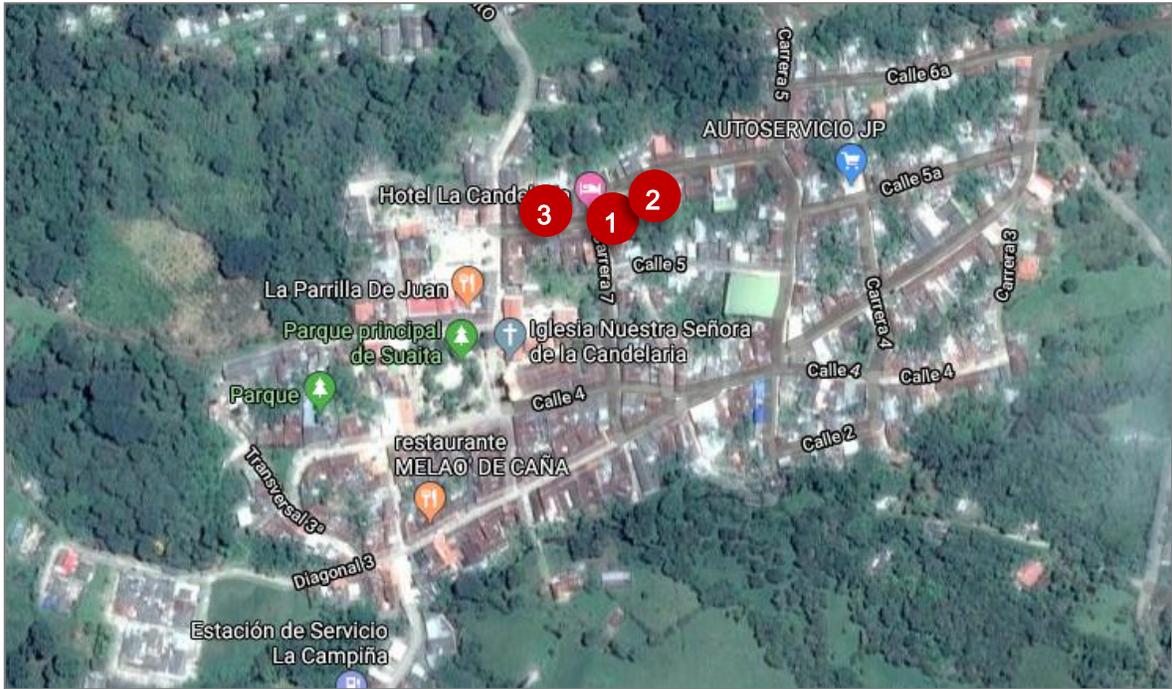


Ilustración 10. Objetos puntuales de estudio del municipio de Suaita - Santander. Fuente: Google Earth.

TIPIFICACIÓN DE LAS UNIDADES OBJETO DE ESTUDIO.

Objeto de estudio 1. Iza – Boyacá.



Ilustración 11. Fachada del objeto de estudio 1. Fuente: Captura propia.



Ilustración 12. Vista parcial interior del objeto de estudio 1. Fuente: Captura propia.

Descripción tipológica del objeto de estudio 1.

- **Diseño:** Construcción para vivienda de una planta, patio interior a manera de centro de manzana. Altura aproximada de 5.00 metros, ventanas exteriores y portón de acceso pequeños. Retroceso a manera de balcón sobre fachada principal con pilotes de madera rolliza. Área aproximada: 150 m².
- **Cimentación:** Aparentemente posee cimentación ciclópea corrida bajo los muros con un sobre cimientado o zócalo en piedra.
- **Estructura:** Muros de tapia pisada portantes. Zonas de balcón exterior y de circulación interna del patio evidencian pilotes de madera rolliza para soportar la cubierta cuya estructura también es de madera rolliza.
- **Mampostería:** Muros de tapia pisada recubiertos con pañete tradicional.
- **Pisos:** Placa de concreto acabada con tabletas de gres tradicionales de 20x20 cms aproximadamente.
- **Carpintería:** De madera ornamental en ventanas exteriores e interiores, igualmente para portón exterior y puertas interiores.
- **Cubierta:** Estructura en madera rolliza, sobre ésta un recubrimiento de esterilla y tierra recubierta con tejas de arcilla tipo español.
- **Acabados:** Presenta cielo raso en machimbre en pasillo de acceso. Ventanas en cristal incoloro básico.
- **Estado de conservación y mantenimiento:** 3.

Objeto de estudio 2. Iza – Boyacá.



Ilustración 13. Fachada principal del objeto de estudio 2. Fuente: Captura propia.



Ilustración 14. Fachada secundaria del objeto de estudio 2. Fuente: Captura propia.

Descripción tipológica del objeto de estudio 2.

- **Diseño:** Construcción para vivienda y comercial de una planta, patio interior a manera de centro de manzana. Altura aproximada de 5.00 metros, ventanas exteriores pequeñas de formas cuadradas arqueadas, portón de acceso de dos hojas y de gran anchura. Retroceso a manera de balcón sobre fachada principal con pilotes de madera rolliza. Presenta dinteles a la vista en fachada y cornisas ornamentales sobre portón de acceso y ventanas. Área aproximada: 250 m².
- **Cimentación:** Aparentemente posee cimentación ciclópea corrida bajo los muros con un sobre cimiento o zócalo en piedra.
- **Estructura:** Muros de tapia pisada portantes. Zonas de balcón evidencian pilotes de madera rolliza para soportar la cubierta cuya estructura también es de madera rolliza.
- **Mampostería:** Muros de tapia pisada recubiertos con pañete tradicional.
- **Pisos:** Placa de concreto.
- **Carpintería:** De madera ornamental en ventanas exteriores e interiores, igualmente para portón exterior y puertas interiores. Dinteles de madera rolliza a la vista sobre fachada.
- **Cubierta:** Estructura en madera rolliza, sobre ésta un recubrimiento de esterilla y tierra recubierta con tejas de arcilla tipo español.
- **Acabados:** Ventanas en cristal incoloro básico.
- **Estado de conservación:** 2.5.

Objeto de estudio 3. Iza – Boyacá.



Ilustración 15. Fachada principal objeto de estudio 3. Fuente: Captura propia.



Ilustración 16. Detalle de fachada y cubierta objeto de estudio 3. Fuente: Captura propia.

Descripción tipológica del objeto de estudio 3.

- **Diseño:** Construcción para uso institucional de una planta. Altura aproximada de 5.00 metros, ventanas exteriores pequeñas de formas cuadradas arqueadas, portón de acceso de dos hojas angosto. Retroceso a manera de balcón sobre fachada principal con pilotes de madera rolliza y antepecho de listones de madera. Ventanas alargadas y angostas. Área aproximada: 100 m².
- **Cimentación:** Aparentemente posee cimentación ciclópea corrida bajo los muros con un sobre cimiento o zócalo en piedra.
- **Estructura:** Muros de tapia pisada portantes. Zona de balcón evidencia pilotes de madera rolliza para soportar la cubierta cuya estructura también es de madera rolliza.
- **Mampostería:** Muros de tapia pisada recubiertos con pañete tradicional.
- **Pisos:** Placa de concreto.
- **Carpintería:** De madera ornamental en ventanas exteriores e interiores, igualmente para portón exterior y puertas interiores.
- **Cubierta:** Estructura en madera rolliza, sobre ésta un recubrimiento de esterilla y tierra recubierta con tejas de arcilla tipo español.
- **Acabados:** Ventanas en cristal incoloro básico.
- **Estado de conservación:** 2.5.

Objeto de estudio 4. Cuítiva – Boyacá.



Ilustración 17. Fachada principal objeto de estudio 4. Fuente: Captura propia.



Ilustración 18. Fachada secundaria objeto de estudio 4. Fuente: Captura propia.

Descripción tipológica del objeto de estudio 4.

- **Diseño:** Construcción para uso comercial y vivienda de una planta. Altura aproximada de 5.00 metros, ventanas exteriores pequeñas de formas cuadradas, portón de acceso de dos hojas ancho y de baja altura. Área aproximada: 80 m².
- **Cimentación:** Aparentemente posee cimentación ciclópea corrida bajo los muros con un sobre cimientado o zócalo en piedra.
- **Estructura:** Muros de tapia pisada portantes.
- **Mampostería:** Muros de tapia pisada recubiertos con pañete tradicional.
- **Pisos:** Placa de concreto.
- **Carpintería:** De madera ornamental en ventanas exteriores, igualmente para portón exterior y puertas interiores.
- **Cubierta:** Estructura en madera rolliza, sobre ésta un recubrimiento de esterilla y tierra recubierta con tejas de arcilla tipo español.
- **Acabados:** Ventanas en cristal incoloro básico.
- **Estado de conservación:** 3.5.

Objeto de estudio 5. Cuítiva – Boyacá.



Ilustración 19. Fachada principal objeto de estudio 5. Fuente: Captura propia.



Ilustración 20. Fachada secundaria objeto de estudio 5. Fuente: Captura propia.

Descripción tipológica del objeto de estudio 5.

- **Diseño:** Construcción para uso comercial y vivienda de una planta. Altura aproximada de 8.00 metros, ventana exterior pequeñas de formas cuadradas y ubicada a gran altura, portón de acceso principal de dos hojas ancho y de baja altura. Tiene otros tres portones de acceso sobre fachada de menores dimensiones. Área aproximada: 120 m².
- **Cimentación:** Aparentemente posee cimentación ciclópea corrida bajo los muros con un sobre cimientado o zócalo en piedra.
- **Estructura:** Muros de tapia pisada portantes.
- **Mampostería:** Muros de tapia pisada recubiertos con pañete tradicional.
- **Pisos:** Placa de concreto con tableta de cerámica tradicional de 30x30 cms. aproximadamente.
- **Carpintería:** Metálica en ventana exterior, de madera ornamental para portones de acceso sobre fachada.
- **Cubierta:** Estructura en madera rolliza, sobre ésta un recubrimiento de esterilla y tierra recubierta con tejas de arcilla tipo español.
- **Acabados:** Ventanas en cristal incoloro básico.
- **Estado de conservación:** 3.

Objeto de estudio 1. Suaita – Santander.



Ilustración 21. Fachada principal objeto de estudio 1. Fuente: Captura propia.



Ilustración 22. Fachada secundaria objeto de estudio 1. Fuente: Captura propia.



Ilustración 23. Detalle del acceso. Fuente: Captura propia.



Ilustración 24. Detalle carpintería y niveles – hall de acceso. Fuente: Captura propia.



Ilustración 25. Detalle de construcción - patio interno. Fuente: Captura propia.

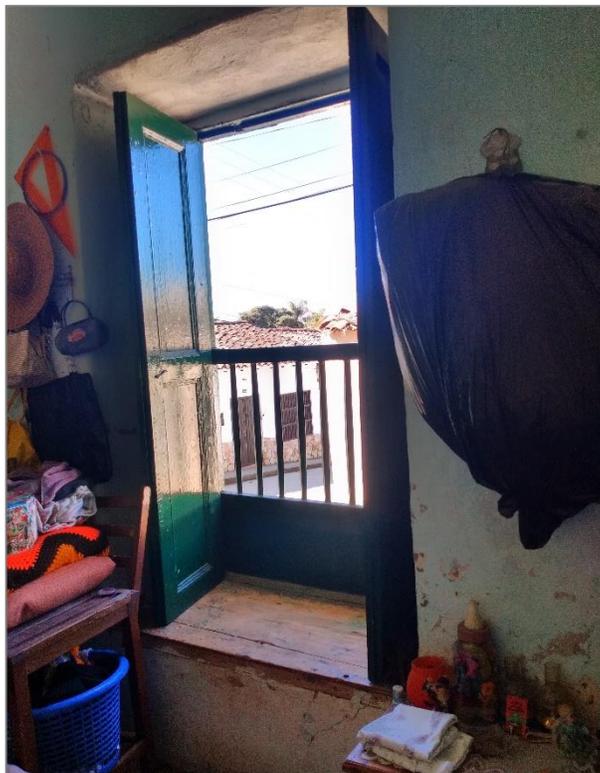


Ilustración 26. Detalle de carpintería. Fuente: Captura propia.



Ilustración 27. Detalle de carpintería. Fuente: Captura propia.



Ilustración 28. Detalle de estructura de cubierta sobre muros de tapia. Fuente: Captura propia.

Descripción tipológica del objeto de estudio 1.

- **Diseño:** Construcción para uso residencial de una planta, manejo de varios niveles, disposición de los espacios alrededor de patio interno a manera de centro de manzana. Cuenta con hall de acceso, patio interno con circulación perimetral, cinco habitaciones, una cocina, comedor independiente y dos baños. Altura aproximada de 6.00 metros, ventanas exteriores sobre fachada principal de grandes proporciones, con baranda a manera de balcón, ventanas pequeñas sobre fachada secundaria. Portón de acceso principal elevado, de dos hojas, angosto y de gran altura. Área aproximada 150 m².
- **Cimentación:** Aparentemente posee cimentación ciclópea corrida bajo los muros con un sobre cimientado o zócalo en piedra.
- **Estructura:** Muros de tapia pisada portantes.
- **Mampostería:** Muros de tapia pisada recubiertos con pañete tradicional.
- **Pisos:** Placa de concreto sobre niveles de recebo, recubrimiento en listones de madera y acabado en piedra en área de patio interno.
- **Carpintería:** De madera ornamental en ventanas exteriores y barandas de balcones. Portones y puertas interiores de dos hojas en madera ornamental.
- **Cubierta:** Estructura en madera rolliza, sobre ésta un recubrimiento de esterilla y tablado de madera y tierra recubierta con tejas de arcilla tipo español.
- **Acabados:** Pisos acabados con listones de madera y machimbre, piso de patio acabado en piedra rústica. Cielo raso en machimbre en zona de hall de acceso.
- **Estado de conservación:** 3.5.

Objeto de estudio 2. Suaita – Santander.



Ilustración 29. Fachada objeto de estudio 2. Fuente: Google Street View.



Ilustración 30. Detalle hall de acceso. Fuente: Captura propia.



Ilustración 31. Detalle de patio interior. Fuente: Captura propia.



Ilustración 32. Detalle de patio interior: Fuente: Captura propia.



Ilustración 33. Detalle de cubierta. Fuente: Captura propia.



Ilustración 34. Detalle de escaleras hacia segunda planta. Fuente: Captura propia.



Ilustración 35. Detalle de carpintería. Fuente: Captura propia.

Descripción tipológica del objeto de estudio 2.

- **Diseño:** Construcción para uso institucional de dos plantas, manejo de varios niveles, disposición de los espacios alrededor de patio interno a manera de centro de manzana. Cuenta con hall de acceso, administración, almacén, patio interno con circulación perimetral, dos aulas de clase y dos baños. Altura aproximada de 9.00 metros, ventanas exteriores sobre fachada principal de grandes proporciones, con baranda a manera de balcón. Portón de acceso principal de dos hojas, ancho y de gran altura. Área aproximada de 200m².
- **Cimentación:** Aparentemente posee cimentación ciclópea corrida bajo los muros con un sobre cimientado o zócalo en piedra.
- **Estructura:** Muros de tapia pisada portantes. Zona remodelada tiene estructura en pórticos de concreto.
- **Mampostería:** Muros de tapia pisada recubiertos con pañete tradicional.
- **Pisos:** Placa de concreto sobre niveles de recebo, recubrimiento en concreto liso en zona de hall y servicios, tableta de cerámica tradicional roja de 30x15 cms. aproximadamente. Piedra burda en patio.
- **Carpintería:** De madera ornamental en ventanas exteriores y barandas de balcones. Portones y puertas interiores de dos hojas en madera ornamental.
- **Cubierta:** Estructura en madera rolliza, sobre ésta un recubrimiento de esterilla y tablado de madera y tierra recubierta con tejas de arcilla tipo español.
- **Acabados:** Pisos acabados con concreto y adoquín de ladrillo, piso de patio acabado en piedra rústica. Circulaciones y espacios de servicios en tableta de cerámica tradicional roja de 30x15 cms aproximadamente.
- **Estado de conservación:** 2.5.

Objeto de estudio 3. Suaita – Santander.



Ilustración 36. Fachada del objeto de estudio 3. Fuente: Captura propia.



Ilustración 37. Detalle de acceso y carpintería. Fuente: Captura propia.



Ilustración 38. Detalle de circulación y patio interno. Fuente: Captura propia.



Ilustración 39. Detalle de circulación interna, acceso a habitaciones y dinteles. Fuente: Captura propia.



Ilustración 40. Detalle de acceso a las habitaciones, acabados de piso. Fuente: Captura propia.



Ilustración 41. Detalle de habitaciones, acabados y carpintería. Fuente: Captura propia.



Ilustración 42. Detalle de carpintería. Fuente: Captura propia.



Ilustración 43. Detalle de baño y acabados. Fuente: Captura propia.

Descripción tipológica del objeto de estudio 3.

- **Diseño:** Construcción para uso comercial - hotel de una planta, disposición de los espacios alrededor de patio interno. Cuenta con hall de acceso vehicular y peatonal, cocina, cinco habitaciones y cinco baños, patio interno con circulación perimetral. Altura aproximada de 7.00 metros, ventanas exteriores sobre fachada principal de grandes proporciones, con baranda a manera de balcón. Portón de acceso principal de dos hojas con un ancho y altura aptos para acceso vehicular. Área aproximada 180 m².
- **Cimentación:** Aparentemente posee cimentación ciclópea corrida bajo los muros con un sobre cimiento o zócalo en piedra.
- **Estructura:** Muros de tapia pisada portantes. Zona remodelada de parqueadero al fondo del predio tiene estructura en pórticos de concreto.
- **Mampostería:** Muros de tapia pisada recubiertos con pañete tradicional y mampostería de ladrillo a la vista.
- **Pisos:** Placa de concreto sobre niveles de recebo, recubrimiento en granito y baldosa. Todos los demás pisos tienen acabado de cerámica roja tradicional de 30x30 cms aproximadamente.
- **Carpintería:** De madera ornamental en ventanas exteriores y barandas de balcones. Portones y puertas interiores de dos hojas en madera ornamental.
- **Cubierta:** Estructura en madera rolliza, sobre ésta un recubrimiento de esterilla y tablado de madera y tierra recubierta con tejas de arcilla tipo español.
- **Acabados:** Pisos acabados con gravilla para huella de vehículos en acceso, cerámica tradicional de 30x30 cms en todos los pisos de la construcción. Cielos rasos estucados lisos.
- **Estado de conservación:** 1.5.

MODELOS CREADOS A PARTIR DE LAS TIPIFICACIONES.

Modelo 1. Boyacá.

Teniendo como premisa las especificaciones constructivas y de diseño analizadas en el capítulo anterior se crea un modelo arquitectónico que recopila las características de las tipologías estudiadas del departamento de Boyacá y la cual se concreta a continuación en el siguiente modelo:

- **Diseño:** Construcción para vivienda de una planta, patio interior a manera de centro de manzana. Altura aproximada de 6.00 metros, ventanas exteriores y portón de acceso pequeños. Retroceso a manera de balcón sobre fachada principal con pilotes de madera rolliza. Área aproximada: 130 m².
- **Cimentación:** Cimentación ciclópea corrida bajo los muros con un sobre cimiento o zócalo en piedra.
- **Estructura:** Muros de tapia pisada portantes. Zonas de balcón exterior y de circulación interna del patio evidencian pilotes de madera rolliza para soportar la cubierta cuya estructura también es de madera rolliza.
- **Mampostería:** Muros de tapia pisada recubiertos con pañete tradicional.
- **Pisos:** Placa de concreto acabada con tabletas de gres tradicionales de 30x30 cms aproximadamente y piedra rústica en zona de patio.
- **Carpintería:** De madera ornamental en ventanas exteriores e interiores, igualmente para portón exterior y puertas interiores.
- **Cubierta:** Estructura en madera rolliza, sobre ésta un recubrimiento de esterilla y tierra recubierta con tejas de arcilla tipo español.
- **Acabados:** Presenta cielo raso bajo cubierta con esterilla y estructura de madera rolliza a la vista.

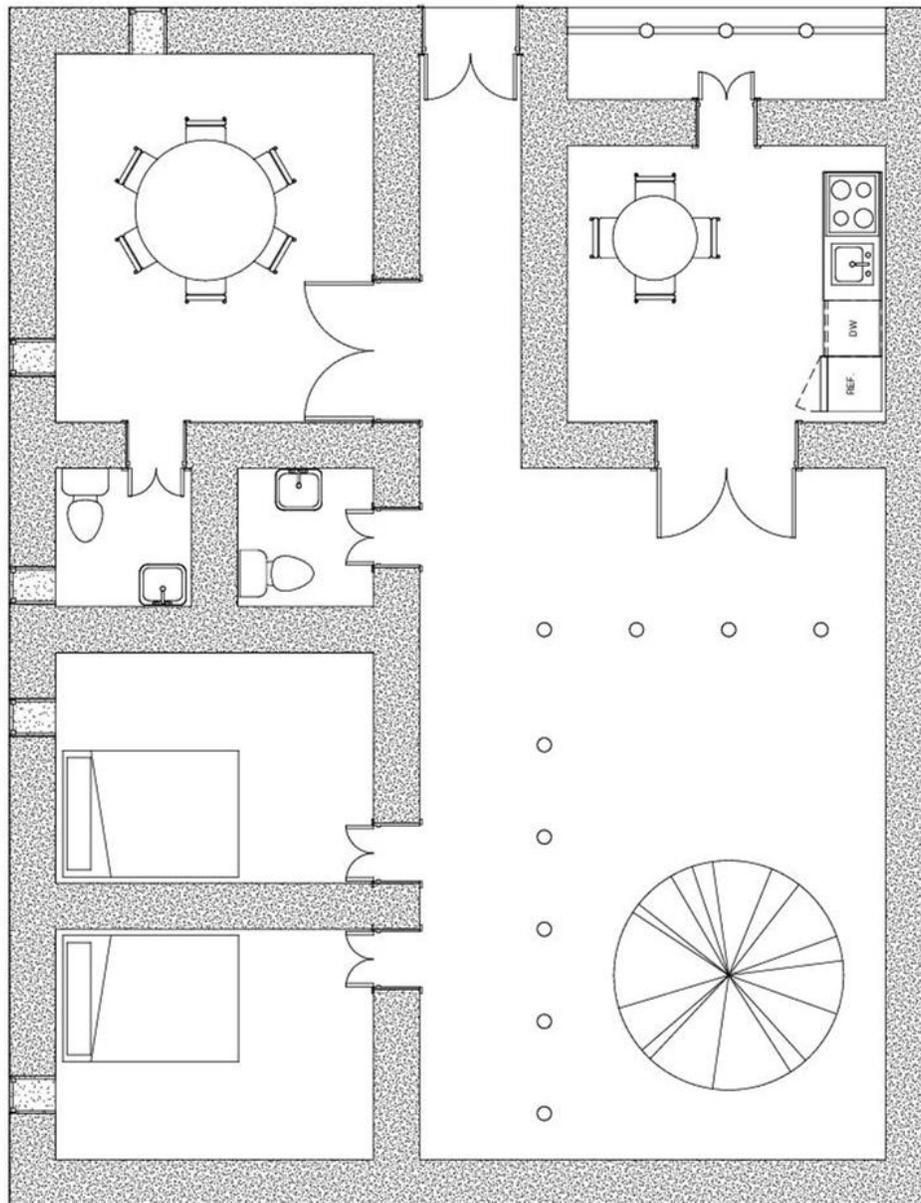


Ilustración 44. Planta arquitectónica del Modelo 1 - Boyacá. Fuente: Elaboración propia.

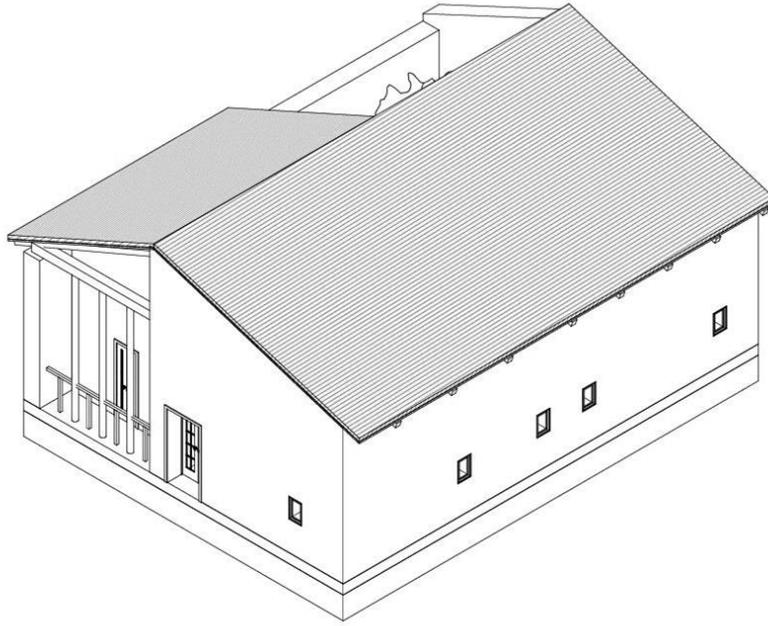


Ilustración 45. Vista axonométrica 3D del Modelo 1 - Boyacá. Fuente: Elaboración propia.

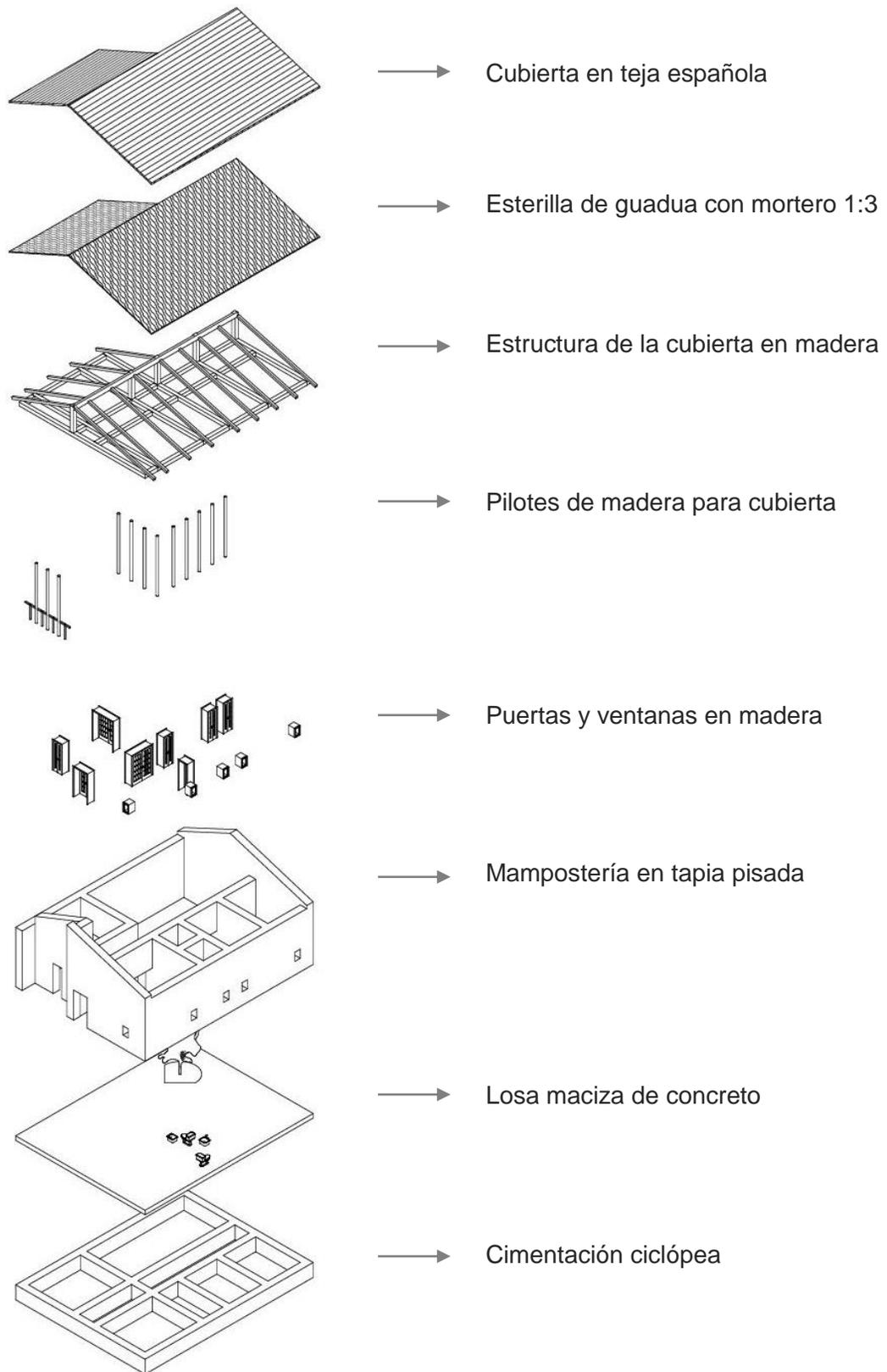


Ilustración 46. Vista axonométrica explotada del Modelo 1 - Boyacá. Fuente: Elaboración propia.

Modelo 2. Santander.

Teniendo como premisa las especificaciones constructivas y de diseño analizadas en el capítulo anterior se crea un modelo arquitectónico que recopila las características de las tipologías estudiadas del departamento de Santander y la cual se concreta a continuación en el siguiente modelo:

- **Diseño:** Construcción para vivienda de una planta, manejo de varios niveles, disposición de los espacios alrededor de patio. Cuenta con hall de acceso y patio interno con circulación perimetral. Altura aproximada de 6.00 metros, ventanas exteriores sobre fachada principal de grandes proporciones, con baranda a manera de balcón. Portón de acceso principal elevado, de dos hojas, angosto y de gran altura. Área aproximada 170 m².
- **Cimentación:** Cimentación ciclópea corrida bajo los muros con un sobre cimiento o zócalo en piedra.
- **Estructura:** Muros de tapia pisada portantes.
- **Mampostería:** Muros de tapia pisada recubiertos con pañete tradicional.
- **Pisos:** Placa de concreto sobre niveles de recebo, recubrimiento en cerámica tradicional y acabado en piedra en área de patio interno.
- **Carpintería:** De madera ornamental en ventanas exteriores y barandas de balcones. Portones y puertas interiores de dos hojas en madera ornamental.
- **Cubierta:** Estructura en madera rolliza, sobre ésta un recubrimiento de esterilla y tierra cubierta con tejas de arcilla tipo español.
- **Acabados:** Pisos acabados con tabletas de cerámica tradicional de 30x30 cms y piedra rústica en patio. Paredes de baños acabadas con cerámica moderna de 20x20 cms aproximadamente.

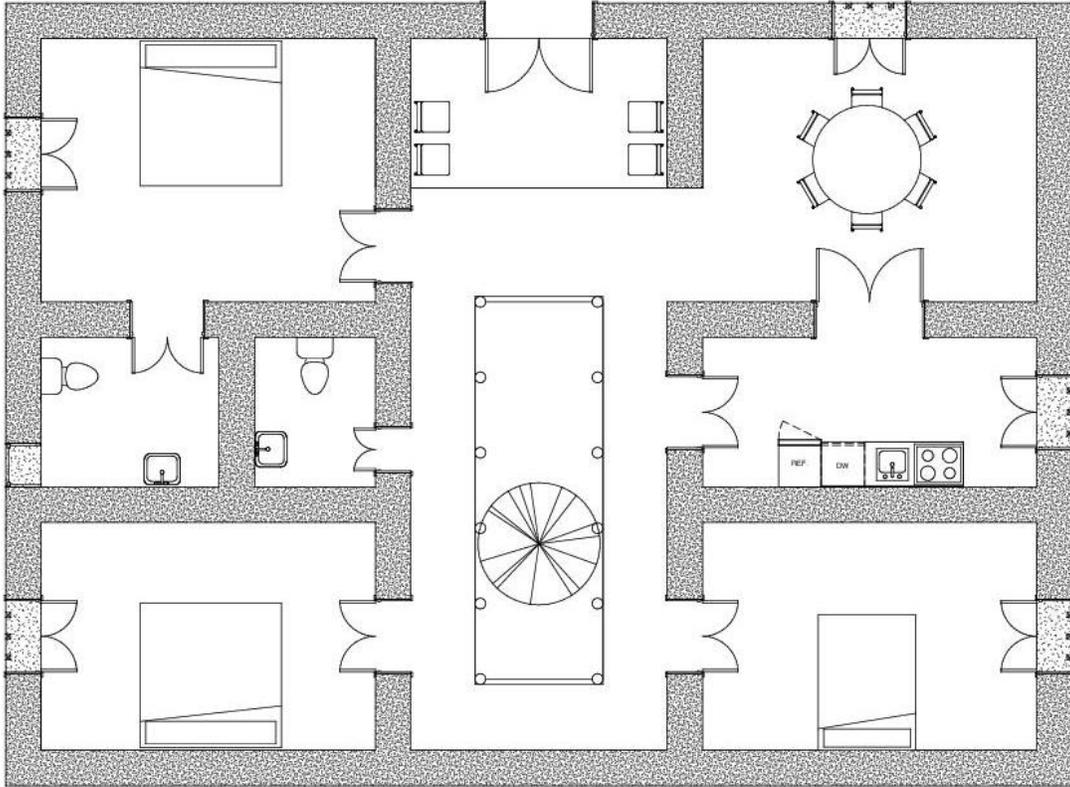


Ilustración 47. Planta arquitectónica del Modelo 2 - Santander. Fuente: Elaboración propia.

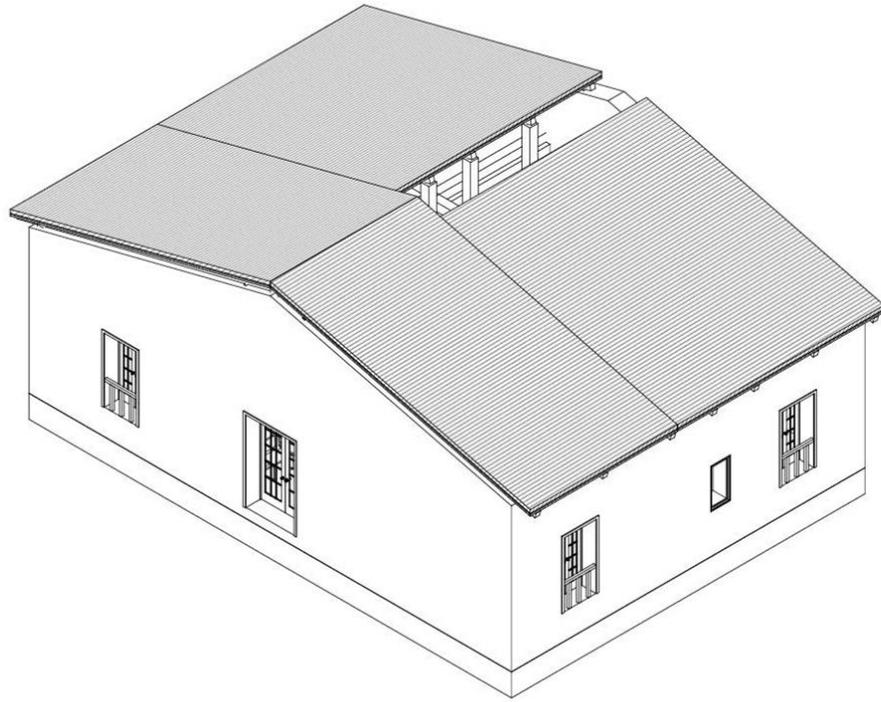


Ilustración 48. Vista axonométrica 3D del Modelo 2 - Santander. Fuente: Elaboración propia.

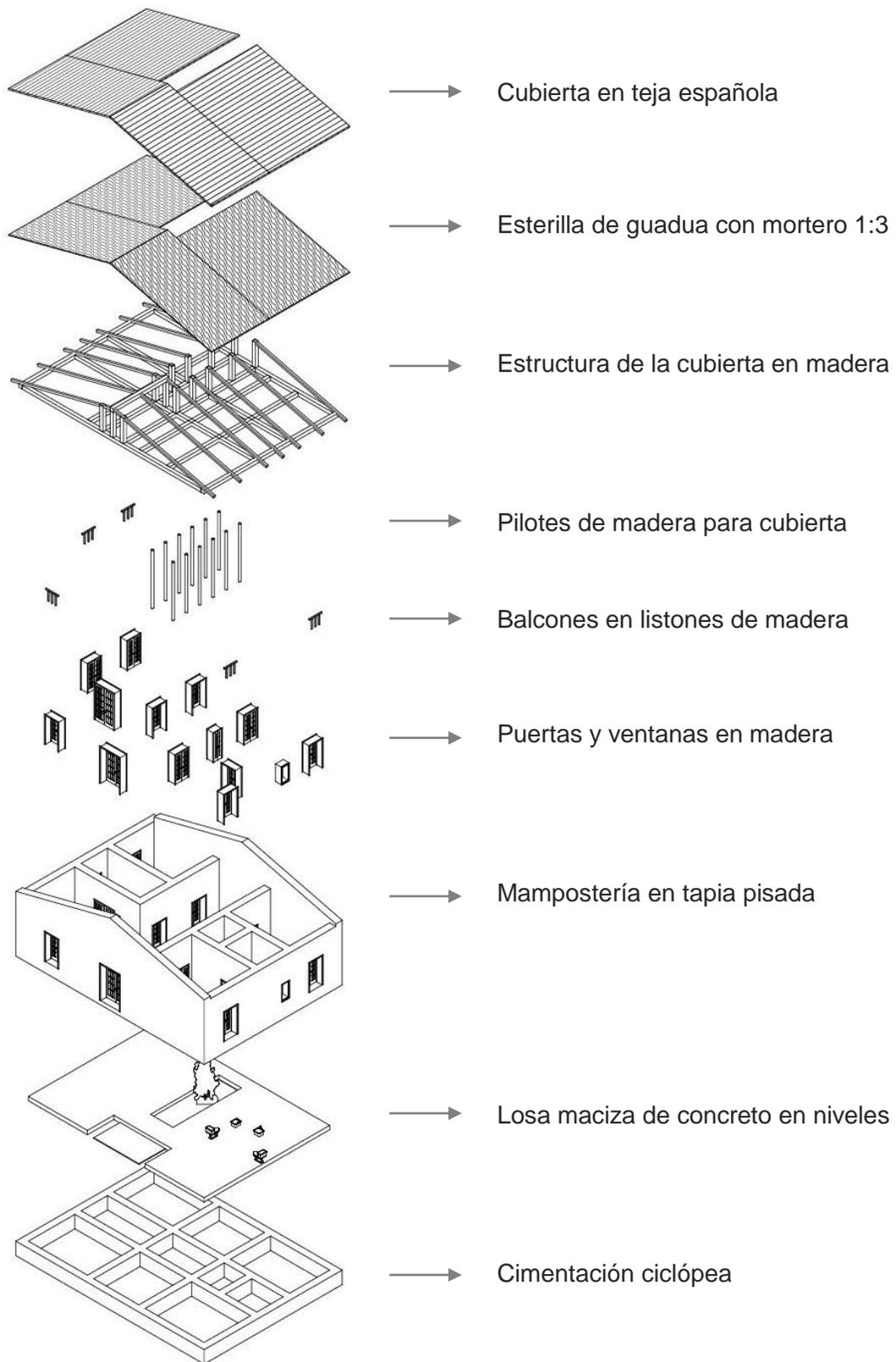


Ilustración 49. Vista axonométrica explotada del Modelo 2 - Santander. Fuente: Elaboración propia.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE LOS MODELOS CREADOS.

A.P.U MODELO 1 | BOYACÁ

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONSTRUCCIÓN EN TAPIA PISADA						
MODELO 1 - BOYACÁ						
ÁREA CONSTRUÍDA - 130 M2						
1	ACTIVIDADES PRELIMINARES					
ÍTEM / ACTIVIDAD / DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	FUENTE	
1.1 Cerramiento provisional con guadua y tela de cerramiento h=2m	ml	46	\$ 6.678,00	\$ 307.188,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
1.2 Localización y replanteo de la obra arquitectónica	m2	130	\$ 4.132,00	\$ 537.160,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
1.3 Localización y replanteo de redes (h=50cm)	m2	130	\$ 2.903,00	\$ 377.390,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
1.4 Instalación provisional acueducto	mes	3	\$ 80.000,00	\$ 240.000,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
1.5 Instalación provisional energía	mes	3	\$ 90.000,00	\$ 270.000,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
SUBTOTAL				\$	1.731.738,00	
2	CIMENTACIÓN Y DESAGÜES					
ÍTEM / ACTIVIDAD / DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	FUENTE	
2.1 Descapote manual y limpieza del terreno (incluye retiro)	m2	130	\$ 3.763,00	\$ 489.190,00	GENERADOR DE PRECIOS	
2.2 Excavación manual en material común (incluye retiro)	m3	43,296	\$ 57.282,00	\$ 2.480.081,47	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
2.3 Caja de inspección 60 x 60 x 60 cm	un	1	\$ 322.101,00	\$ 322.101,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
2.4 Caja de inspección 100 x 100 x 100 cm	un	1	\$ 569.005,00	\$ 569.005,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
2.5 Concreto ciclópeo (2500 PSI)	m3	39,2	\$ 385.914,00	\$ 15.127.828,80	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
2.6 Losa maciza de concreto (3000 PSI) h=15 cm	m2	130	\$ 95.702,00	\$ 12.441.260,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
2.7 Suministro e instalación tubería de alcantarillado PVC D=6"	ml	5	\$ 50.000,00	\$ 250.000,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
2.8 Suministro e instalación tubería drenaje PVC D=8" con filtro	ml	23	\$ 93.453,00	\$ 2.149.419,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
2.9 Suministro e instalación tubería sanitaria PVC D=3"	ml	23	\$ 22.786,00	\$ 524.078,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
2.10 Suministro e instalación tubería sanitaria de desagüe PVC D=4"	ml	23	\$ 40.279,00	\$ 926.417,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
SUBTOTAL				\$	35.279.380,27	
3	ESTRUCTURA					
ÍTEM / ACTIVIDAD / DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	FUENTE	
3.1 Columna de madera aserrada 160 x 160 mm	ml	48	\$ 29.175,00	\$ 1.400.400,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
SUBTOTAL				\$	1.400.400,00	
4	MAMPOSTERÍA					
ÍTEM / ACTIVIDAD / DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	FUENTE	
4.1 Muro en tapia pisada E=50cm de ancho, incluye formaleta	m2	311,288	\$ 283.200,00	\$ 88.156.761,60	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
SUBTOTAL				\$	88.156.761,60	
5	PAÑETES					
ÍTEM / ACTIVIDAD / DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	FUENTE	
5.1 Pañete impermeabilizado 1:3	m2	501,288	\$ 23.973,00	\$ 12.017.377,22	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
SUBTOTAL				\$	12.017.377,22	
6	INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS					
ÍTEM / ACTIVIDAD / DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	FUENTE	
6.1 Suministro e instalación de accesorio sifón en PVC 135 4"	un	2	\$ 41.131,00	\$ 82.262,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
6.2 Suministro e instalación de bajante PVC 3"	ml	4	\$ 61.241,00	\$ 244.964,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
6.3 Suministro e instalación de bajante de agua lluvia PVC 4"	ml	4	\$ 37.711,00	\$ 150.844,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
6.4 Suministro e instalación de canal en lámina galvanizada calibre. 22	ml	20	\$ 61.547,00	\$ 1.230.940,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
6.5 Suministro e instalación de red suministro de gas	ml	5	\$ 42.775,00	\$ 213.875,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
6.6 Suministro e instalación de acometida 3" x 3/4" incluye tubería pf + uad 3/4" , registro de corte, collar derivación y accesorios complementarios para su conexión	un	1	\$ 233.438,00	\$ 233.438,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
SUBTOTAL				\$	2.156.323,00	

7 INSTALACIONES ELÉCTRICAS						
ÍTEM / ACTIVIDAD / DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	FUENTE	
7.1 Acometida aérea 10m / PVC	un	1	\$ 395.684,00	\$ 395.684,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
7.2 Salida bifásica + toma, tubo EMT Ø 1/2	un	7	\$ 191.957,00	\$ 1.343.699,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
7.3 Salida teléfono PVC completa	un	1	\$ 123.027,00	\$ 123.027,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
7.4 Suministro e instalación de contador eléctrico monofásico	un	1	\$ 215.073,00	\$ 215.073,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
7.5 Suministro e instalación de roseta de porcelana	un	10	\$ 4.861,00	\$ 48.610,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
7.6 Suministro e instalación de tubería PVC conduit 1 1/2 "	ml	40	\$ 26.462,00	\$ 1.058.480,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
SUBTOTAL				\$	3.184.573,00	
8 INSTALACIONES DE GAS						
ÍTEM / ACTIVIDAD / DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	FUENTE	
8.1 Suministro e instalación de accesorio de cobre 1/2	un	3	\$ 6.261,00	\$ 18.783,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
8.2 Suministro e instalación de tubería de cobre 1/2	ml	5	\$ 19.368,00	\$ 96.840,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
8.3 Suministro e instalación de válvula de bola gas 1/2	un	1	\$ 13.978,00	\$ 13.978,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
SUBTOTAL				\$	129.601,00	
9 PINTURA						
ÍTEM / ACTIVIDAD / DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	FUENTE	
9.1 Estuco y vinilo tres manos en muros	m2	501,288	\$ 10.392,00	\$ 5.209.384,90	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
SUBTOTAL				\$	5.209.384,90	
10 ENCHAPES						
ÍTEM / ACTIVIDAD / DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	FUENTE	
10.1 Suministro e instalación enchape porcelana atlantis 20x20 cm	m2	30	\$ 45.631,00	\$ 1.368.930,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
SUBTOTAL				\$	1.368.930,00	
11 PISOS - BASES - ACABADOS						
ÍTEM / ACTIVIDAD / DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	FUENTE	
11.1 Piso tablon gress 25x25 cm	m2	108	\$ 50.566,00	\$ 5.461.128,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
11.2 Piso en gravilla lavada de río	m2	22	\$ 82.678,00	\$ 1.818.916,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
SUBTOTAL				\$	7.280.044,00	
12 CUBIERTA						
ÍTEM / ACTIVIDAD / DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	FUENTE	
12.1 Alistado e impermeabilizado para teja de barro	m2	122	\$ 124.570,00	\$ 15.197.540,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
12.2 Suministro e instalación de bajante Pavco	ml	5	\$ 64.748,00	\$ 323.740,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
12.3 Suministro e instalación de estructura de madera para teja de barro	ml	93,8	\$ 73.547,00	\$ 6.898.708,60	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
12.4 Suministro e instalación de caballete articulado para teja de barro	ml	13	\$ 44.345,00	\$ 576.485,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
12.5 Suministro e instalación de entramado para teja de barro	m2	122	\$ 61.036,00	\$ 7.446.392,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
12.6 Techo en teja de barro, incluye manto impermeabilizante, esterilla y mortero 1:3 impermeabilizado	m2	122	\$ 96.600,00	\$ 11.785.200,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
SUBTOTAL				\$	42.228.065,60	
13 CARPINTERÍA DE MADERA						
ÍTEM / ACTIVIDAD / DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	FUENTE	
13.1 Baranda en madera cedro macho	ml	7,45	\$ 142.528,00	\$ 1.061.833,60	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
13.2 Gabinetes de cocina madera abarco	m2	1,56	\$ 298.545,00	\$ 465.730,20	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
13.3 Puerta y marco en madera amarillo entablado triplex 1.0 x 2.0 m	un	3	\$ 422.612,00	\$ 1.267.836,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
13.4 Puerta y marco en madera abarco entablado triplex 0.7 x 2.0 m	un	5	\$ 295.045,00	\$ 1.475.225,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
SUBTOTAL				\$	4.270.624,80	
14 APARATOS SANITARIOS						
ÍTEM / ACTIVIDAD / DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	FUENTE	
14.1 Suministro e instalación combo acucar lavamanos, sanitario, grifería e incrustaciones	un	2	\$ 257.071,00	\$ 514.142,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
SUBTOTAL				\$	514.142,00	
VALOR TOTAL DE CONSTRUCCIÓN				\$	204.927.345,39	
VALOR DE CONSTRUCCIÓN POR M2				\$	1.576.364,20	

PORCENTAJE DE CADA SUBCAPÍTULO SOBRE EL VALOR TOTAL

	SUBCAPÍTULO	COSTO	%
1	ACTIVIDADES PRELIMINARES	\$ 1.731.738,00	0,85
2	CIMENTACIÓN Y DESAGÜES	\$ 35.279.380,27	17,22
3	ESTRUCTURA	\$ 1.400.400,00	0,68
4	MAMPOSTERÍA	\$ 88.156.761,60	43,02
5	PAÑETES	\$ 12.017.377,22	5,86
6	INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS	\$ 2.156.323,00	1,05
7	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	\$ 3.184.573,00	1,55
8	INSTALACIONES DE GAS	\$ 129.601,00	0,06
9	PINTURA	\$ 5.209.384,90	2,54
10	ENCHAPES	\$ 1.368.930,00	0,67
11	PISOS - BASES - ACABADOS	\$ 7.280.044,00	3,55
12	CUBIERTA	\$ 42.228.065,60	20,61
13	CARPINTERÍA DE MADERA	\$ 4.270.624,80	2,08
14	APARATOS SANITARIOS	\$ 514.142,00	0,25
	TOTAL	\$ 204.927.345,39	100

A.P.U MODELO 2 | SANTANDER

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE CONSTRUCCIÓN EN TAPIA PISADA						
MODELO 2 - SANTANDER						
ÁREA CONSTRUÍDA - 170 M2						
1 ACTIVIDADES PRELIMINARES						
ÍTEM / ACTIVIDAD / DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	FUENTE	
1.1 Cerramiento provisional con guadua y tela de cerramiento h=2m	ml	52	\$ 7.345,80	\$ 381.981,60	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
1.2 Localización y replanteo de la obra arquitectónica	m2	170	\$ 4.545,20	\$ 772.684,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
1.3 Localización y replanteo de redes (h=50cm)	m2	170	\$ 3.193,30	\$ 542.861,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
1.4 Instalación provisional acueducto	mes	3	\$ 80.000,00	\$ 240.000,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
1.5 Instalación provisional energía	mes	3	\$ 90.000,00	\$ 270.000,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
SUBTOTAL				\$	2.207.526,60	
2 CIMENTACIÓN Y DESAGÜES						
ÍTEM / ACTIVIDAD / DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	FUENTE	
2.1 Descapote manual y limpieza del terreno (incluye retiro)	m2	170	\$ 4.139,30	\$ 703.681,00	GENERADOR DE PRECIOS	
2.2 Excavación manual en material común (incluye retiro)	m3	53,646	\$ 63.010,20	\$ 3.380.245,19	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
2.3 Caja de inspección 60 x 60 x 60 cm	un	1	\$ 354.311,10	\$ 354.311,10	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
2.4 Caja de inspección 100 x 100 x 100 cm	un	1	\$ 597.455,25	\$ 597.455,25	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
2.5 Concreto ciclópeo (2500 PSI)	m3	49,55	\$ 405.209,70	\$ 20.078.140,64	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
2.6 Losa maciza de concreto (3000 PSI) h=15 cm	m2	170	\$ 100.487,10	\$ 17.082.807,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
2.7 Suministro e instalación tubería de alcantarillado PVC D=6"	ml	5	\$ 55.000,00	\$ 275.000,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
2.8 Suministro e instalación tubería drenaje PVC D=8" con filtro	ml	27	\$ 102.798,30	\$ 2.775.554,10	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
2.9 Suministro e instalación tubería sanitaria PVC D=3"	ml	25	\$ 25.064,60	\$ 626.615,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
2.10 Suministro e instalación tubería sanitaria de desagüe PVC D=4"	ml	25	\$ 44.306,90	\$ 1.107.672,50	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
SUBTOTAL				\$	46.981.481,77	
3 ESTRUCTURA						
ÍTEM / ACTIVIDAD / DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	FUENTE	
3.1 Columna de madera aserrada 160 x 160 mm	ml	48	\$ 26.525,00	\$ 1.273.200,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
SUBTOTAL				\$	1.273.200,00	
4 MAMPOSTERÍA						
ÍTEM / ACTIVIDAD / DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	FUENTE	
4.1 Muro en tapia pisada E=50cm de ancho, incluye formaleta	m2	374,26	\$ 311.520,00	\$ 116.589.475,20	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
SUBTOTAL				\$	116.589.475,20	
5 PAÑETES						
ÍTEM / ACTIVIDAD / DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	FUENTE	
5.1 Pañete impermeabilizado 1:3	m2	554,26	\$ 21.773,00	\$ 12.067.902,98	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
SUBTOTAL				\$	12.067.902,98	
6 INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS						
ÍTEM / ACTIVIDAD / DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	FUENTE	
6.1 Suministro e instalación de accesorio sifón en PVC 135 4"	un	2	\$ 45.231,00	\$ 90.462,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
6.2 Suministro e instalación de bajante PVC 3"	ml	4	\$ 67.341,00	\$ 269.364,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
6.3 Suministro e instalación de bajante de agua lluvia PVC 4"	ml	6	\$ 41.511,00	\$ 249.066,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
6.4 Suministro e instalación de canal en lámina galvanizada calibre. 22	ml	22	\$ 67.697,00	\$ 1.489.334,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
6.5 Suministro e instalación de red suministro de gas	ml	12	\$ 47.075,00	\$ 564.900,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
6.6 Suministro e instalación de acometida 3" x 3/4" incluye tubería pf + uad 3/4" , registro de corte, collar derivación y accesorios complementarios para su conexión	un	1	\$ 256.438,00	\$ 256.438,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
SUBTOTAL				\$	2.919.564,00	

7 INSTALACIONES ELÉCTRICAS						
ÍTEM / ACTIVIDAD / DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	FUENTE	
7.1 Acometida aérea 10m / PVC	un	1	\$ 435.284,00	\$ 435.284,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
7.2 Salida bifásica + toma, tubo EMT Ø 1/2	un	9	\$ 210.957,00	\$ 1.898.613,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
7.3 Salida teléfono PVC completa	un	1	\$ 135.027,00	\$ 135.027,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
7.4 Suministro e instalación de contador eléctrico monofásico	un	1	\$ 236.073,00	\$ 236.073,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
7.5 Suministro e instalación de roseta de porcelana	un	10	\$ 5.361,00	\$ 53.610,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
7.6 Suministro e instalación de tubería PVC conduit 1 1/2 "	ml	50	\$ 29.062,00	\$ 1.453.100,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
SUBTOTAL				\$	4.211.707,00	
8 INSTALACIONES DE GAS						
ÍTEM / ACTIVIDAD / DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	FUENTE	
8.1 Suministro e instalación de accesorio de cobre 1/2	un	3	\$ 6.861,00	\$ 20.583,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
8.2 Suministro e instalación de tubería de cobre 1/2	ml	12	\$ 21.368,00	\$ 256.416,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
8.3 Suministro e instalación de válvula de bola gas 1/2	un	1	\$ 15.378,00	\$ 15.378,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
SUBTOTAL				\$	292.377,00	
9 PINTURA						
ÍTEM / ACTIVIDAD / DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	FUENTE	
9.1 Estuco y vinilo tres manos en muros	m2	554,26	\$ 11.142,00	\$ 6.175.564,92	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
SUBTOTAL				\$	6.175.564,92	
10 ENCHAPES						
ÍTEM / ACTIVIDAD / DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	FUENTE	
10.1 Suministro e instalación enchape porcelana atlantis 20x20 cm	m2	38,2	\$ 50.131,00	\$ 1.915.004,20	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
SUBTOTAL				\$	1.915.004,20	
11 PISOS - BASES - ACABADOS						
ÍTEM / ACTIVIDAD / DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	FUENTE	
11.1 Piso tablon gress 25x25 cm	m2	160	\$ 55.566,00	\$ 8.890.560,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
11.2 Piso en gravilla lavada de río	m2	10	\$ 85.678,00	\$ 856.780,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
SUBTOTAL				\$	9.747.340,00	
12 CUBIERTA						
ÍTEM / ACTIVIDAD / DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	FUENTE	
12.1 Alistado e impermeabilizado para teja de barro	m2	174	\$ 134.570,00	\$ 23.415.180,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
12.2 Suministro e instalación de bajante Pavco	ml	6	\$ 64.748,00	\$ 388.488,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
12.3 Suministro e instalación de estructura de madera para teja de barro	ml	158	\$ 76.547,00	\$ 12.094.426,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
12.4 Suministro e instalación de caballete articulado para teja de barro	ml	11	\$ 46.345,00	\$ 509.795,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
12.5 Suministro e instalación de entramado para teja de barro	m2	174	\$ 65.036,00	\$ 11.316.264,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
12.6 Techo en teja de barro, incluye manto impermeabilizante, esterilla y mortero 1:3 impermeabilizado	m2	174	\$ 101.600,00	\$ 17.678.400,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
SUBTOTAL				\$	65.402.553,00	
13 CARPINTERÍA DE MADERA						
ÍTEM / ACTIVIDAD / DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	FUENTE	
13.1 Baranda en madera cedro macho	ml	20	\$ 146.528,00	\$ 2.930.560,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
13.2 Gabinetes de cocina madera abarco	m2	1,56	\$ 301.545,00	\$ 470.410,20	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
13.3 Puerta y marco en madera amarillo entablado triplex 1.0 x 2.0 m	un	6	\$ 435.612,00	\$ 2.613.672,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
13.4 Puerta y marco en madera abarco entablado triplex 0.7 x 2.0 m	un	7	\$ 304.045,00	\$ 2.128.315,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
SUBTOTAL				\$	8.142.957,20	
14 APARATOS SANITARIOS						
ÍTEM / ACTIVIDAD / DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	FUENTE	
14.1 Suministro e instalación combo acucar lavamanos, sanitario, grifería e incrustaciones	un	2	\$ 257.071,00	\$ 514.142,00	DATOS ABIERTOS (GOV.CO)	
SUBTOTAL				\$	514.142,00	
VALOR TOTAL DE CONSTRUCCIÓN				\$	278.440.795,87	
VALOR DE CONSTRUCCIÓN POR M2				\$	1.637.887,03	

PORCENTAJE DE CADA SUBCAPÍTULO SOBRE EL VALOR TOTAL

	SUBCAPÍTULO	COSTO	%
1	ACTIVIDADES PRELIMINARES	\$ 2.207.526,60	0,79
2	CIMENTACIÓN Y DESAGÜES	\$ 46.981.481,77	16,87
3	ESTRUCTURA	\$ 1.273.200,00	0,46
4	MAMPOSTERÍA	\$ 116.589.475,20	41,87
5	PAÑETES	\$ 12.067.902,98	4,33
6	INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS	\$ 2.919.564,00	1,05
7	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	\$ 4.211.707,00	1,51
8	INSTALACIONES DE GAS	\$ 292.377,00	0,11
9	PINTURA	\$ 6.175.564,92	2,22
10	ENCHAPES	\$ 1.915.004,20	0,69
11	PISOS - BASES - ACABADOS	\$ 9.747.340,00	3,50
12	CUBIERTA	\$ 65.402.553,00	23,49
13	CARPINTERÍA DE MADERA	\$ 8.142.957,20	2,92
14	APARATOS SANITARIOS	\$ 514.142,00	0,18
	TOTAL	\$ 278.440.795,87	100

VALOR POR M2 DE CONSTRUCCIÓN PARA CADA MODELO.

Después de realizados los análisis de precios unitarios de cada modelo / departamento se concluye con los siguientes resultados:

	MODELO 1 BOYACÁ	MODELO 2 SANTANDER
ÁREA TIPO (m2)	130	170
VALOR CONSTRUCCIÓN	\$ 204.927.345,39	\$ 278.440.795,87
VALOR M2 (SOBRE ÁREA TIPO)	\$ 1.576.364,20	\$ 1.637.887,03
DIFERENCIA		61.522,84
VALOR M2 (SOBRE 100M)	\$ 2.049.273,45	\$ 2.784.407,96
DIFERENCIA		735.134,50

CONCLUSIONES.

Estudiados los resultados anteriores se concluye con una diferencia de \$61.522,84 para la comparación entre los valores por m2 para los modelos creados a partir de las tipologías estudiadas, lo que representa un 3,76% de divergencia. Si se contrastan los resultados de costo de construcción total de cada modelo sobre un área uniforme de 100 m2 se encuentra una diferencia de \$735.134,50, equivalente al 26,4%.

En ambos casos el valor superior corresponde al modelo del departamento de Santander (municipio de Suaita). Este resultado se atribuye a que los costos unitarios encontrados son mayores en la mayoría de las actividades de obra. Otra razón importante es que el departamento de Boyacá es mayor productor de materiales cuya materia prima es la tierra, por ejemplo, la teja de barro o española, y como tal la tapia pisada; por lo tanto, se encuentran más económicas allí; de igual manera se considera que la mano de obra en este departamento se encuentra a menor precio debido a que conservan una tradición constructiva más consolidada en cuanto a los sistemas constructivos en tierra.

La diferencia de valor por departamentos no es muy trascendental, esto debido a que son territorios contiguos y además muy similares en cuanto a geografía, economía, tradiciones constructivas y culturales, entre otros factores. Por lo tanto, la diferencia radica en los precios unitarios ofrecidos por los distribuidores locales de cada departamento.

BIBLIOGRAFÍA.

- Sinha, S., 1997 – “Down to earth buildings” – Architectural Design (London, England) vol. 67 – Jan/Feb – pp 91-93.
- International Standards Organization (2000). ISO 15686-1:2000, Buildings and constructed assets-Service Life Planning, part 1: General Principles. Suiza: International Standards Organization (ISO).
- Gernot Minke, 2001, Manual de construcción en tierra. La tierra como material de construcción y sus aplicaciones en la arquitectura actual.
- Sánchez Clara, 2007, La arquitectura de tierra en Colombia, procesos y culturas constructivas. Revista Apuntes, Pontificia Universidad Javeriana, Vol. 20, núm. 2, Páginas 242 – 255. Disponible en: <https://revistas.javeriana.edu.co/>
- Beltrán Lina, 2007, La tradición cultural de los sistemas constructivos en tierra en Iberoamérica. Revista Apuntes, Pontificia Universidad Javeriana, Vol. 20, núm. 2, Páginas 179 – 181. Disponible en: <https://revistas.javeriana.edu.co/>
- Zuleta, G., 2011, La arquitectura en tierra: una alternativa para la construcción sostenible.
- SENA, Centro de Industria y Construcción - Regional Caldas, 2012, Construcción de muros en tapia y bahareque.
- Hernández Moreno, S., 2014, Planeación de la vida útil de proyectos arquitectónicos. Universidad Autónoma del estado de México.
- Rivero Bolaños, S., De Valdenebro, F., 2015. La intervención estructural en edificaciones patrimoniales construidas con tierra. Sociedad Colombiana de Arquitectos.
- Anaya Estevez, P., y otros. 2018. Propuesta matriz de factores para la estimación de la vida útil de las construcciones en Colombia con base en la Norma ISO 15686. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Quinchía Carvajal, E., Manrique Díaz, E. 2019. Tipificación y análisis de precios unitarios para viviendas prefabricadas rurales en los municipios de Tabio, Tenjo y Zipaquirá, Cundinamarca. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Ordóñez Barrionuevo, C., Orozco Sierra, J. 2019. Tipificación y análisis de precios unitarios para la vivienda campesina en el departamento del Putumayo.
- <https://www.datos.gov.co/Vivienda-Ciudad-y-Territorio/Lista-oficial-de-precios-unitarios-fijos-de-Obra-P/ae7u-y7m2/data>
- <http://www.colombia.generadordeprecios.info/>