

COBEPLAC
CONSTRUCCIONES EN ADOBE PARA LAS COMUNIDADES DE RECURSOS
LIMITADOS

MELINA ROCÍO ROA GRANADA
MARIA ELIZABETH LARROTA MEZA



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

ARQUITECTURA

BOGOTÁ D.C

12 junio de 2020

COBEPLAC

construcciones en adobe para las comunidades de recursos limitados

Melina Roció Roa Granada

María Elizabeth Larrota Meza

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Arquitecto

Manuel Fernando Martínez Forero

Arquitecto

Docente/Arquitecto magíster en construcción

Director

Tutores

(Erwin Zambrano)



Universidad La Gran Colombia

Facultad de Arquitectura

Programa de Arquitectura

Bogotá D.C

Dedicatoria

Agradezco profundamente a DIOS y a mi esposo e hijos, por su amor, sacrificio y apoyo en todos estos años, gracias a ustedes he podido escalar un peldaño más.

Mis padres que han sido una pieza fundamental en mi vida, el apoyo que me han brindado.

Melina Roa Granada

El presente trabajo se lo dedico primeramente a DIOS, quien me dio las fuerzas para poder culminar mi formación profesional. A mi madre, por ser lo más importante en mi vida, gracias a sus esfuerzos he podido llegar hasta aquí. A mis hermanos por ser un gran ejemplo y apoyo incondicional.

Así mismo, gracias a todas aquellas personas que contribuyeron al desarrollo de mi carrera profesional.

María Elizabeth Larrota Meza

Gracias a los arquitectos que nos guiaron y aportaron conocimientos a esta investigación.

Arquitecto Alfredo Alcalá

Arquitecto Manuel Martínez

Arquitecta Andrea Reyes

Arquitecto Erwin Zambrano

Tabla de contenido

Resumen.....	12
Abstract.....	13
Introducción.....	14
1. Formulación de la investigación.....	17
1.1. Planteamiento del problema.....	17
1.2. Pregunta de investigación	18
2. Justificación.....	19
3. Estado del arte.....	21
3.1. La arquitectura tradicional en Azuay y Cañar.....	21
4. Hipótesis.....	23
5. Objetivo.....	24
5.1. Objetivo General.....	24
5.2. Objetivos Específicos.....	24
6. Marcos.....	25
6.1. Marco conceptual.....	25
6.1.1. <i>Construcción en tierra</i>	25
6.1.2. <i>El adobe como material de construcción</i>	29

	5
6.2. Marco técnico	30
6.2.1. <i>La tierra</i>	30
6.2.2. <i>Arcilla</i>	32
6.2.3. <i>Limos</i>	32
6.2.4. <i>Arena y grava</i>	32
6.2.5. <i>Agua</i>	33
6.2.6. <i>La Cal</i>	34
6.2.7. <i>Fibras naturales</i>	35
6.3. Marco normativo	37
6.3.1. <i>Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada</i>	37
7. Referentes	38
7.1. De la construcción a la arquitectura sostenible	38
7.2. Comprensión del territorio para la construcción de apropiación e identidad en el municipio de Soacha.	39
7.3. Técnica de elaboración de adobes.	41
8. metodologías	42
8.1. Aspectos metodológicos	42
8.2. Desarrollo práctico	43
9. Desarrollo del proyecto	45
9.1. Fase 1. Análisis del lugar	45

	6
9.1.1. Salida de campo	45
9.2. Fase 2 Estudio de materiales.....	49
9.2.1 Recolección de información.....	49
9.2.2. Pruebas de mezcla.....	50
9.2.3. Materiales y porcentaje para mezcla del adobe.....	52
10. Elaboracion de prototipos.....	53
10.1. Preparación primero prototipos	53
10.2. Siguiete ensayo de prototipo de adobes.....	54
10.2.1. Materiales y porcentaje para siguiete ensayo de prototipo.....	54
10.2.2. Preparación primero prototipos.....	55
10.2.3. Medidas de gavera y prototipo.....	56
10.2.4. Resultado final	56
11. Propuesta	58
11.1. COBEPLAC: Definición de la propuesta.....	58
11.2. Descripción de la propuesta.....	59
11.3. Objetivo del proyecto	60
11.4. Desarrollo de proceso	61
11.4.1. Preparación de materiales	63
11.4.2. Porcentaje del adobe final	64
11.4.3. Orden de los materiales para la mezcla	65

11.4.4.	<i>Moldeado</i>	7 67
11.4.5.	<i>Secado</i>	68
11.4.6.	<i>Almacenamiento</i>	68
11.4.7.	<i>Impermeabilizante</i>	69
12.	Fase 4 Pruebas de laboratorio.....	70
12.1.	Pruebas de laboratorio se rige a la norma E 0-80	70
12.2.	Prueba de laboratorio de primer ensayo	71
12.3.	Prueba de laboratorio de segundo ensayo.....	72
12.4.	Prueba de laboratorio prototipo final.....	74
12.5.	Conclusión de resistencias.....	75
13.	Fase 5 Acercamiento con la comunidad en general	76
13.1.	Acercamiento con la comunidad	76
13.2.	Trabajo con la comunidad de Usmeke.....	78
14.	Conclusiones.....	80
15.	Sugerencias.....	81
16.	Anexos.....	82
16.1.	Encuestas	82
16.2.	Manual	82
17.	Lista de Referencia	83

Lista de Tablas

<i>Tabla 1</i>	43
<i>Tabla 2</i>	48
<i>Tabla 3</i>	64
<i>Tabla 4</i>	75

Lista de Figuras

<i>Figura 1. Proceso de elaboración de un adobe.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 2. Vista aérea de Tombuctú.</i>	<i>25</i>
<i>Figura 3. construcción en tierra.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 4.la ciudad antigua de Tombuctú</i>	<i>27</i>
<i>Figura 5.Proceso de fabricación de adobes.</i>	<i>29</i>
<i>Figura 6. Estratos del suelo.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 7.Composición Granulométrica.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 8. Esquema de un cristal de arcilla coloidal.</i>	<i>32</i>
<i>Figura 9.Expansión y retracción</i>	<i>33</i>
<i>Figura 10. La cal</i>	<i>34</i>
<i>Figura 11.Clasificación de las fibras de celulosa basado en la materia prima.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 12.Cosecha cascarilla de arroz.</i>	<i>36</i>
<i>Figura 13.T mejoramiento de uniones.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 14. Esquema bienestar social.</i>	<i>40</i>
<i>Figura 15.Elaboración del adobe.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 16. foto de vivienda en Usme</i>	<i>45</i>
<i>Figura 17 Condiciones de vivienda de Usme</i>	<i>46</i>
<i>Figura 18 Viviendas deterioradas</i>	<i>46</i>
<i>Figura 19Perforación del suelo de Usme.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 20Corte terreno Usme.</i>	<i>48</i>
<i>Figura 21 Perforación de terreno a 80 cm.</i>	<i>49</i>

	10
<i>Figura 22 Prueba de la arcilla</i>	50
<i>Figura 23 Diferentes prototipos.</i>	51
<i>Figura 24Elaboración de esferas</i>	51
<i>Figura 25Porcentajes de materiales</i>	52
<i>Figura 26Experimento de prototipos.</i>	53
<i>Figura 27 Materiales y porcentajes siguientes.</i>	54
<i>Figura 28Proceso de elaboración.</i>	55
<i>Figura 29. Elaboración de gavera.</i>	55
<i>Figura 30Medidas del adobe.</i>	56
<i>Figura 31Casa del señor Jaime.</i>	61
<i>Figura 32Toma de medidas.</i>	62
<i>Figura 33 Proceso de inspección.</i>	63
<i>Figura 34Porcentaje adobe final.</i>	64
<i>Figura 35Porcentaje adobe final.</i>	65
<i>Figura 36 Mezcla.</i>	66
<i>Figura 37 Moldeado.</i>	67
<i>Figura 38Secado del adobe.</i>	68
<i>Figura 39Producción final.</i>	68
<i>Figura 40Impermeabilizante.</i>	69
<i>Figura 41Impermeabilización manual</i>	70
<i>Figura 42Primera prueba, primer prototipo.</i>	71
<i>Figura 43Compresión.</i>	72
<i>Figura 44 Prueba de resistencia.</i>	73

	11
<i>Figura 45</i> Prototipo final.....	74
<i>Figura 46</i> Pruebas de resistencia.....	75
<i>Figura 47</i> primer prototipo.....	76
<i>Figura 48</i> Segundo acercamiento con la comunidad	77
<i>Figura 49</i> Talleres con la comunidad Usmeka.....	78
<i>Figura 50</i> Exposición.....	79

Resumen

Se establece el diseño de COBEPLAC, como el sistema constructivo basado a partir de muros en adobe, cuyas características pretenden generar un bajo impacto ambiental, bajo costo, vida útil y una fácil accesibilidad a dicho material.

Del mismo modo, COBEPLAC busca ayudar a comunidades más vulnerables con un sistema constructivo partir de un prototipo de ladrillo con dimensiones establecidas de (Soga-30cm, Tizón-15cm, Ancho-10m) con un peso estimado de 7.6 K, es decir, más ligero que los adobes convencionales, debido a que los materiales para su composición son fibras naturales y agrícolas que lo hace más resistente y seguro. Por lo tanto, su elaboración tiene las ventajas de ser ecológico y económico, esto se ve reflejado a la hora de tiempo de secado ya que, debe ser al aire libre.

Por otro lado, se elaboró un manual con sus respectivas indicaciones pertinentes para un pleno conocimiento desde su fabricación, prueba de arcilla, cuadro de cantidades y su respectiva construcción, así que, solo se necesita herramientas básicas para su ensamble.

De esta manera, su diseño y montaje no necesitará de un especialista, pero si ayuda de una pequeña comunidad motivada y progresiva dispuesta a contribuir.

Así, se determinó como caso de estudio, la localidad de Usme, cuyas prácticas de autoconstrucción y ejercicio comunitario fueron exitosas.

Palabras claves: adobes, autoconstrucción, técnicas, tierra, sostenible, vernáculos, viviendas.

Abstract

The design of COBEPLAC is established, as the construction system based on adobe walls, whose characteristics aim to generate a low environmental impact, low cost, useful life and easy accessibility to said material.

Similarly, COBEPLAC seeks to help more vulnerable communities with a construction system starting from a prototype brick with established dimensions of (Soga-30cm, Tizón-10cm, Width-15cm) with an estimated weight of 7.6 K, that is, lighter than conventional adobes, because the materials for its composition are natural and agricultural fibers which makes it more resistant and safer. Therefore, its elaboration has the advantages of being ecological and economic, this is reflected in the time of drying because, it must be outdoors.

On the other hand, a manual was prepared with their respective pertinent indications for a full knowledge since their manufacture, clay test, quantity table and their respective construction, so, only basic tools are needed for their assembly.

This way, your design and assembly will not need a specialist, but help from a small community motivated and progressive willing to contribute.

Thus, the locality of Usme was determined as a case study, whose practices of self-construction and community exercise were successful.

Key words: Adobe, housing, land, self-construction, sustainable, techniques, vernacular

Introducción

Este trabajo de investigación es realizado con el fin de atender desde la visión de la arquitectura ciertas problemáticas socio-ambientales y económicas desde el escenario de la construcción y el asentamiento de comunidades de bajos recursos más concretamente en la localidad de Usme Bogotá D.C, donde diversas consecuencias tales como los fenómenos de violencia vividos en el país, inciden en la vida de los ciudadanos que se desplazan del campo a la ciudad, más exactamente a los bordes de la ciudad, enfrentándose a dos situaciones: la primera, el lugar donde deben asentarse y la segunda, la dificultad de no poder acceder a proyectos inmobiliarios, es decir, a una solución de vivienda “Digna” que supla las necesidades especiales, dado su bajo nivel adquisitivo. También, debido al desarraigo de sus lugares de origen y la poca recepción para acceder a múltiples alternativas de vivienda ofrecidos en la ciudad, principal razón que los lleva asentarse en barrios sub-normales o ilegales descrito como sitios de invasión. Lugares improvisados con materiales peligrosos e inflamables descritos como no propicios para la elaboración de una vivienda. por esto

“Es indispensable reducir el déficit de vivienda en Colombia, que afecta el 31% de los hogares” (universidad del rosario, 2007, parr. 1)

Por tal motivo se ha encontrado en las técnicas para la construcción de vivienda en tierra una alternativa más viable y al alcance de las familias de bajos recursos en donde la conciencia ambiental hace parte de las preocupaciones, que permita tener menos impacto en la estructura ecológica de Bogotá.

Surgiendo la necesidad de consolidar la construcción de un hogar que suple de forma correcta todas las necesidades humanas por medio del asentamiento seguro, estimando el costo

de una vivienda de tierra con la técnica a partir de adobes auto construida es de muy bajo costo (Gatti, 2012).

La propuesta pretende involucrarse en los procesos de manufactura por medio de un manual del constructor en donde desde una ancestral técnica como el sistema constructivo a partir de adobes en tierra y muros portantes se involucre activamente a la comunidad en la dinámica de la auto construcción como una manera de dar solución a la necesidad de vivienda asequible y armónica ambientalmente con el lugar.

Dicha técnica constructiva vendría acompañada de valores agregados a partir de una serie de innovaciones en la mezcla principalmente que aportan ligereza y cohesión al adobe, terminado e incorporándole materias primas naturales del lugar y de fácil acceso, sin perder las buenas propiedades de un adobe tradicional, con esto buscamos no solo adaptarnos al sitio. Estimulando la propagación de este tipo de sistema constructivo mediante innovaciones y mejoras que estimularían su uso ya que se incorporan materias primas de desecho doméstico o subproductos agrícolas sin valor comercial que convenientemente se aprovechan y agregan valor de uso al hacerlo más ligero como mampuesto, todas estas innovaciones y conocimientos necesarios se transmitían mediante herramientas didácticas suficientes plasmadas en un manual para el adiestramiento en el manejo de este sistema constructivo a partir del adobe y de esta manera se acerca al usuario esta alternativa de autoconstrucción en el trabajo de la edificación de su propia vivienda en adobes de una manera viable económicamente, eficiente y al alcance de las personas interesadas en esta alternativa.

Objetivos como la sustentabilidad en el tiempo y la sostenibilidad social, económica y ambiental son transversales en la propuesta, satisfaciendo estándares elementales de habitabilidad, en un modelo de ocupación mejorado y asequible a partir del elemento constructor básico el adobe tipo COBEPLAC, por eso es importante el concepto de autoconstrucción el cual se podría definir como:

“En la actualidad, hablar de autoconstrucción supone en algunos casos hablar de autodiseño, autogestión, métodos de autoayuda, bancos de materiales, construcción progresiva, enriqueciendo en algunos aspectos el sistema original por medio de la integración de nuevos elementos y conceptos.” (salas, 1992, p.75)

1. Formulación de la investigación

1.1. Planteamiento del problema

En nuestro país la violencia data de hace más de 60 años y las guerras continuas en los campos colombianos trajeron como consecuencia al fenómeno del desplazamiento forzado hacia las grandes capitales de cada departamento y en su mayoría a Bogotá como capital de la república y centro económico y político del país.

En medio del desarrollo de esta violencia entre colombianos muchos derechos se han vulnerado sobre todo a las familias campesinas en los territorios en disputa entre ellos el derecho a la vivienda digna.

El fenómeno del desplazamiento no parece acabar según el registro único de víctimas (RUV) de las 8.672.002 personas registradas en el 2017, 6.832 se recibieron en Bogotá solo en febrero y marzo del 2018 llegaron 1.492. Malaver (2018, parr.1)

La crisis desborda las capacidades del gobierno para proveer vivienda digna para esta Población, al mismo tiempo que desatiende la carga ambiental que este drama humano provoca en la estructura ambiental de borde de la ciudad que cuenta con una importante presencia de dicha riqueza natural y potencial agrícola asociado.

Por lo tanto, se hace necesario enfrentar esta situación problema con una visión innovadora desde la profesión del arquitecto y con conciencia ambiental para plantear, alternativas constructivas que no agredan el paisaje ni el territorio y de esta forma poder dar solución de vivienda digna a esta población, aportando a la mitigación del fenómeno en sus efectos sobre la urbe y los asentamientos que entran en conflicto con el medio ambiente y con las normas que protegen a este componente, además exponiendo a las personas mismas

que habitan en condiciones precarias, insalubres e inseguras frente a riesgos como sismos, incendios entre otros.

Por este motivo, se le brinda la importancia a este tipo de comunidad, ofreciéndoles una alternativa constructiva más viable, de bajo impacto ambiental, bajo costo, diseñada por medio de las materias locales, asequibles económicamente. Dicho material es la tierra de lugar, el agua, la incidencia solar, anexando una variedad de subproductos agrícolas y domésticos naturales para incentivar la práctica de la autoconstrucción.

1.2.Pregunta de investigación

¿Qué características debería tener un ladrillo de adobe que sirva como insumo para construir vivienda económica, sostenible y segura, para incentivar la práctica de la autoconstrucción a comunidades con recursos limitados?

2. Justificación

Es necesario precisar una propuesta innovadora desde la academia de Arquitectura en torno a la línea de habitad tecnológico y de la construcción, la cual pretende mejorar la accesibilidad a la vivienda digna, generando proyectos de investigación sobre los materiales con los que se construye y las soluciones de vivienda para las personas de bajos recursos económicos en especial.

Involucrándose en este caso de estudio en el ámbito de la autoconstrucción en tierra con el sistema COBEPLAC que hemos propuesto a partir de un sistema constructivo de adobes, se pretende hacer mejoras en su mezcla con criterios medio ambientales y de sostenibilidad.

De manera que, esta investigación además del desarrollo del sistema mismo, toma como referencia la ley E080 del Perú (ya que en Colombia no existe norma para adobes) para asegurar que dicho sistema constructivo tenga las garantías necesarias, y así, poder brindarle a la comunidad un método de construcción seguro. De modo que, se realizaron salidas de campo para poder llevar este conocimiento que como arquitectas desde nuestra facultad pudimos aportar a esta solución de vivienda.

También está el hecho que el fenómeno del asentamiento de nuevas familias se da en este lugar con estrechos vínculos con la naturaleza o muy cerca de reservas forestales o agrícolas, por lo tanto, cualquier intervención humana debería actuar con consciencia ambiental a la hora de utilizar y reutilizar los recursos naturales disponibles del entorno para minimizar el impacto en el ambiente, y trabajando en asocio con las oportunidades que lugar brinda.

Por otro lado, en Colombia es preciso buscar el fomento de la construcción a través de sistemas que permitan el desarrollo de viviendas económica que consideren indispensable para reducir el déficit de vivienda.

Por consiguiente, la construcción en tierra es un sistema factible para las personas de bajos recurso porque es una alternativa viable económicamente ya que, sus componentes se adquieren del medio ambiente en donde se desarrolla.

3. Estado del arte

3.1. La arquitectura tradicional en Azuay y Cañar

Se tiene en cuenta esta investigación ya que, plantea las características de construcción vernáculas en tierra, así como el elemento *participativo* (comunidad) para el desarrollo de proyectos de este tipo.

Como ya se refirió, la tierra que se utiliza para este propósito normalmente es conseguida de la misma zona donde se va a construir la vivienda., se suele aprovechar la tierra de desbanque o cuando se va a generar el terraplén para la edificación. Así, el material que se obtiene está conformado por los componentes. (Instituto Nacional de Patrimonio Cultural [INPC], 2011, p.61)



Figura 1. Proceso de elaboración de un adobe.
Se observa el moldeado de la elaboración de adobes. Tomado de:
arquitectura tradicional en Azuay y Cañar (2011)
Recuperado de: <https://issuu.com/inpc/docs/arquitectura>

“En las comunidades rurales, para la fabricación del adobe aún se trabaja con el vecino o la familia durante los fines de semana en minga” (reunión solidaria entre amigos para hacer un trabajo en común) (INPC, 2011, p.62)

Este tipo de proyecto nos demuestra la importancia de dos factores, por un lado, la rescatar las técnicas tradicionales y traducirlas a un lenguaje académico para su aprovechamiento y el valor que tiene la participación de una comunidad en la realización de un proyecto, para generar un sentido de apropiación tanto del lugar como de la obra realizada.

4. Hipótesis

Es un prototipo de adobe que cumple con los parámetros técnicos y mecánicos necesarios para ser aplicados en un sistema constructivo con tierra (adobe), para ayudar a mitigar los déficits de vivienda en el sector de Usme.

5. Objetivo

5.1. Objetivo General

Plantear un sistema constructivo a partir de abobes para viviendas de escaso recursos con materiales 100% Naturales, de bajo impacto ambiental, y bajo costo que permita la autoconstrucción.

5.2. Objetivos Específicos

1. Diseñar un prototipo de adobe con mezclas de diferentes materiales y hacer la caracterización técnica y física.
2. Realizar una guía paso a paso destinada para la comunidad y la auto construcción a partir de adobe propuesto COBEPLAC implementándolos para elaborar los muros de las viviendas.
3. Hacer una prueba con la comunidad de una manera didáctica, con el proceso de fabricación de un adobe y el proceso de autoconstrucción a través de talleres de sensibilización sobre esta alternativa constructiva.

6. Marcos

6.1. Marco conceptual

6.1.1. Construcción en tierra



*Figura 2. Vista aérea de Tombuctú.
Ciudad en construcción en tierra.*

Tomado de: Mousse Niakate (2017) Tombuctú vue arienne avec la mosquée de Sankore.

Recuperado de:

<https://es.wikipedia.org/wiki/Tombuct%C3%BA#/media/Archivo:Tombouctou.jpg>

Uno de los grandes ejemplos de construcciones en tierra, se ve reflejado en Tombuctú una ciudad que a pesar el tiempo se mantiene en pie siendo patrimonio mundial y con una arquitectura sorprendente en donde sus materiales principales son la tierra y la madera como lo menciona el autor.

La declaración de Tombuctú como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 1988 reconocía la existencia de un interesante conjunto arquitectónico basado en materiales pobres: el barro y la madera. Y la reciente guerra en Mali nos ha vuelto a recordar esta arquitectura del barro, que durante siglos fue despreciada por Occidente aunque hoy día, afortunadamente, ha sido reconocida en todo su valor. (Amillo, 2013, parr, 20)



Figura 3. construcción en tierra
Tomado de: KaTeznic (2005) Cour de la
mosquée de Djingareiber, Tombuctú.
Recuperado de:
[https://es.wikipedia.org/wiki/Tombuct%C3%BA
#/media/Archivo:Tombouctou.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Tombuct%C3%BA#/media/Archivo:Tombouctou.jpg)

Por otra parte, a pesar de que las edificaciones son antiguas sigue siendo habitada, pero el autor resalta los índices de población:

La tierra se puede utilizar en forma de adobes (ladrillos de barro secados al sol) o con tapial (barro prensado dentro de un encofrado de madera). Este tipo de arquitectura representa el 20 por ciento de los sitios culturales de la UNESCO inscritos en la Lista del Patrimonio Mundial. (Amillo, 2013, parr. 27)



Figura 4. la ciudad antigua de Tombuctú
Tomado de: H. Grobe (1974) Tombuctú en 1974..

Recuperado de:

<https://es.wikipedia.org/wiki/Tombuct%C3%BA#/media/Archivo:Tombouctou.jpg>

Cabe resaltar la importancia construcciones en tierra, que se implementaron en todo el mundo:

El arquitecto egipcio Hassan Fathy (1900-1989) impulsó la arquitectura sostenible o ecológica en el siglo XX apoyándose en las técnicas egipcias tradicionales de construcción en tierra. Creó un estilo contemporáneo de arquitectura árabe de gran eficacia funcional y mostró la importancia de preservar los elementos constructivos ancestrales como la bóveda de Nubia, que utiliza ladrillos de barro para construir techos curvos. Su trabajo inspiró a arquitectos contemporáneos como Rem Koolhaas, Alvaro Siza y Wang Shu.

En gran parte del mundo, la arquitectura en tierra genera cohesión social ya que se sigue produciendo y manteniendo por toda la comunidad. Así por ejemplo las mezquitas de Tombuctú fueron construidas con la participación de todo el pueblo dirigidos por albañiles expertos. Y después su mantenimiento se ha realizado a través de los siglos por toda la comunidad de los fieles. La temporada de lluvias deshace la capa de barro superficial que las recubre por lo que, al llegar la estación seca, es necesario darles un nuevo enlucido de barro. Y eso se hace de forma colectiva. (Amillo, 2013, parr. 30-31)

En base a lo anterior, se obtiene información de gran valor ya que, vemos la ventaja y las características de volver a retomar dicho material, además de como un grupo puede trabajar para sacar adelante una gran edificación por un bien común.

6.1.2. El adobe como material de construcción.

La palabra adobe proviene del árabe albut (Lajo, 1990) es un material de construcción producido a mano, conformando por una masa de barro humedecida, frecuentemente mezclada con paja, relleno en moldes de forma prismática y secados al aire libre, es decir sin cocción. Este material es económico y de fácil transformación pues la materia prima principal es la tierra; Para la autoconstrucción es ideal, una vez hechos los adobes la técnica constructiva consiste en la colocación sucesiva y ordenada de cada uno de los adobes para hacer muros auto portantes.



*Figura 5.*Proceso de fabricación de adobes.
en las figuras, se ve el orden de los adobes secándose al aire libre manera y como presiona el barro para que quede uniforme. Tomado de: Sergio Ramírez (24, marzo, 2006). Fabricación de adobes. Construcción de adobe. Recuperado de: <http://ceramicagrupoj.blogspot.com/2006/03/32-fabricacin-de-adobes-construccin.html>

Al adobe, tradicionalmente está compuesto principalmente de tierra, arcilla y agregados como la arena y la grava, también se involucran fibras naturales como la paja que junto con el agua se mezclan y se homogenizan entre sí, logrando una masa maleable que se dispone para colocar en moldes.

6.2. Marco técnico

6.2.1. La tierra

Es importante definir los componentes que contiene la tierra ya que, como lo menciona Carnevale et al (2015)

La tierra se compone de arcilla, limo, arena y algunas veces agregados mayores como grava, pero la composición y facultades de la tierra depende del lugar donde se encuentra; generalmente las tierras apropiadas para la construcción están ubicadas en el subsuelo a una profundidad mayor de 40cm según Minke, porque están libres de materia orgánica, grandes piedras y raíces (Citado por Aguilar y Quesada 2017.P.19).

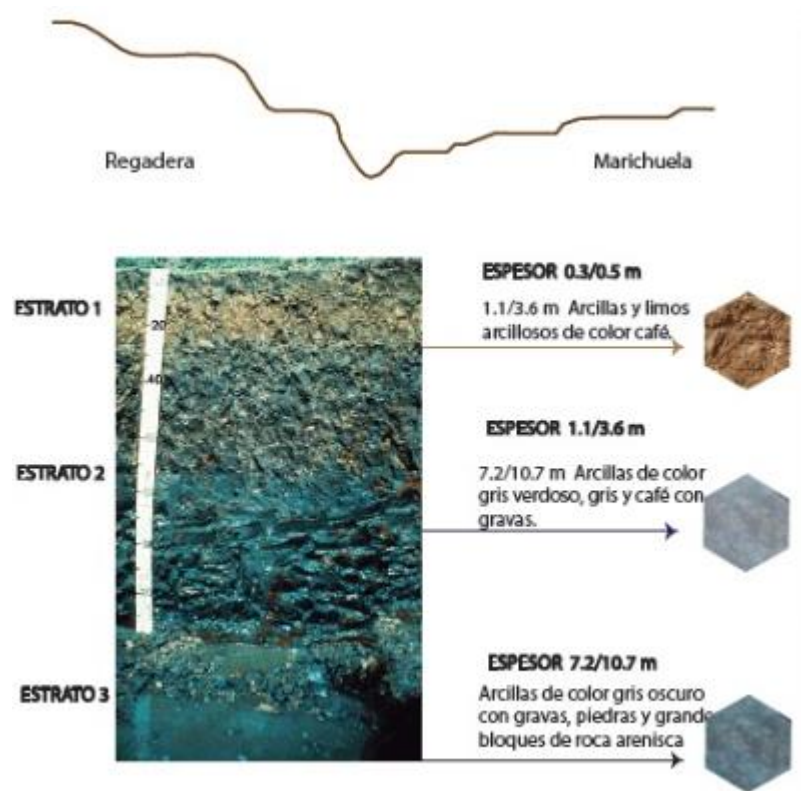


Figura 6. Estratos del suelo.
Capas de la tierra, medidas de profundidad.
Elaboración propia.

Otro factor importante son las propiedades que debe tener la tierra como nos indica Carnevale et al (2015, p.25):

- En la selección: su composición granulométrica será variada (partículas de todos los tamaños, arcilla, limo, arena y grava, para no dejar vacíos y ser más resistente), plasticidad y retracción.
- “En la ejecución: humedad y grado de compactación “(Citado por Aguilar y Quezada., 2017, P.20).

También es importante las características dadas por observación como lo indica Carnevale et al (2015.p26):

Otras características importantes de las tierras aptas para la construcción que se determinan por observación son:

- Suelos inorgánicos, de colores claros y brillantes, aptos para construir.
- Suelos orgánicos, de colores café oscuro, verde oliva o negro, no son aptos para construir (Citado por Aguilar y Quezada., 2017, P.20).

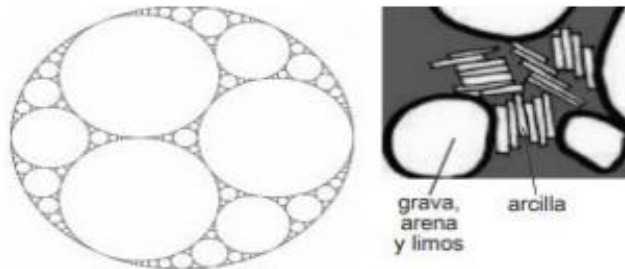


Figura 7. Composición Granulométrica
En la figura se explica la composición granulométrica de la tierra. Tomado de: clasificación de suelos (30 jul 2016): identificación y clasificación de suelos. Recuperado de: <https://www.slideshare.net/romelgam/capitulo-4-clasificacion-granulometra>

6.2.2. Arcilla

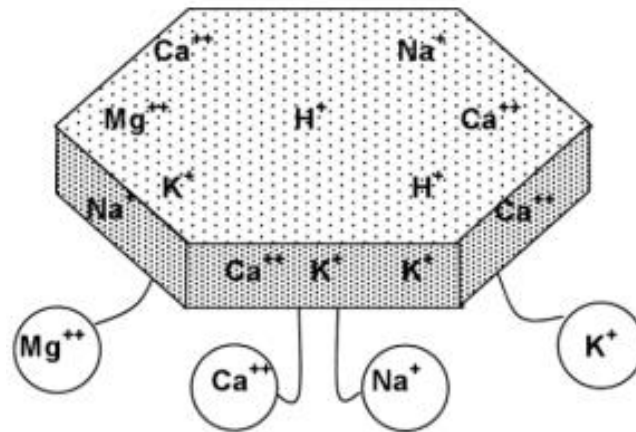


Figura 8. Esquema de un cristal de arcilla coloidal.

Tomado de: Eddy A., Rosa Quezada (2017).
Caracterización física y mecánica de ADOBE
en el cantón cuenca.

Retomado de:
tesis%20adobe%2019_09_17%20(5).pdf

6.2.3. Limos

Los limos es un componente que hace parte de la arcilla:

El limo está compuesto por sedimentos de rocas preexistentes, ricas en nutrientes. Lo forman partículas de arcilla, lodo y arena que han sido transportadas por la lluvia, corrientes de agua natural o el viento. Existen grandes depósitos de limo en el lecho de los ríos, zonas inundadas, glaciares o masas móviles de hielo. Es un sedimento no cohesivo. (“Memoria desconocida”, 2016, Parr 1)

6.2.4. Arena y grava

El elemento que le da propiedades mecánicas como lo muestra Carnevale (2015, p.23) es:

“La arena (0,05 a 3 mm) y grava (> 3 mm) son partículas inertes, sin cohesión y de alta

resistencia que dan al adobe su capacidad portante” (Citado por Aguilar y Quezada, 2017, p.21)

6.2.5. Agua

Es el líquido que nos permite disipar todos los componentes para formar una mezcla homogénea:

Indispensable que sea libre de materia orgánica, permite que se integren las partículas de la tierra y activa las fuerzas aglutinantes de la arcilla dándole la plasticidad necesaria para la construcción de adobes. El agua hace que dependiendo si la arcilla orgánica se expanda y al secarse se retraiga provocando las características fisuras del adobe.

Además, la cantidad de agua es determinante para decidir la técnica constructiva para la que es apto el barro; por ejemplo, un barro con poca agua, es decir plasticidad baja es adecuado para hacer tapial, para fabricar adobes el barro debe tener plasticidad media y con plasticidad alta o alto contenido de agua es apto para el revoque de los muros de tierra. (Aguilar y Quezada, 2017, p.21)

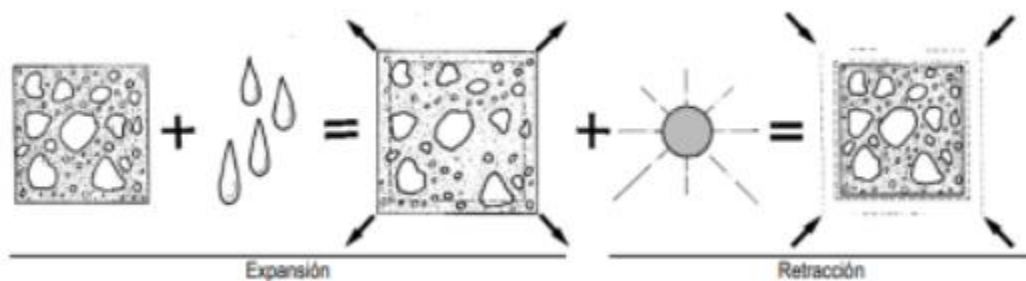


Figura 9. Expansión y retracción

En la figura se analiza la cantidad de agua que se requiere dependiendo de la técnica que se va utilizar para construir. Tomado de: caracterización física y mecánica del adobe en el cantón cuenca (11 sept 2017). El adobe como material de construcción. Recuperado de: tesis%20adobe%2019_09_17%20(2).pdf

6.2.6. La Cal

Un material importante para el adobe es la implementación de la cal ya que, como lo menciona carnevale et al, (2015, p.23) esta:

“Es responsable en gran medida de características como plasticidad, adherencia, contracción, retención de humedad, conductividad hidráulica, succión de agua, temperatura, conductividad térmica”

Por otra parte, Besoain (1985, p.20) explica los efectos que tiene esta en contacto con el agua debido a que, “genera la adherencia entre los diferentes tamaños de agregado (arena y grava) formando el barro para la fabricación de adobe, entre otras técnicas de construcción con tierra con tierra” (citado por, Aguilar y Quezada, 2017, p.20)



Figura 10. La cal

Material destacado para el adobe.

Tomado de: Caltek (2016) ¿ QUE ES LA CAL? Y SUS FUNCIONES

Retomado de: <http://caltek.com.co/funciones-de-la-cal-hidratada/>

6.2.7. Fibras naturales

Los componentes que le brindan rigidez y resistencia al adobe son las fibras naturales ya que, como lo menciona Caballero, Silva y Montes (2010, p.2):

“Las fibras naturales son estabilizadores que proveen rigidez, tiene baja densidad, favorece los procesos de retracción y refuerza los compuestos del adobe otorgando mayor resistencia al adobe” (Citado por: Aguilar y Quezada 2017, p.2). Además, “las fibras de paja u otras fibras dan mayor resistencia a los bloques de adobe húmedos durante el período de curado” (Peace Corps Handbook For Building Earth Homes, 1998, p.29)

Es vital que las fibras naturales implementadas en los adobes, tenga una longitud no menor a 3 cm para que no afecte a el elemento y también, su capacidad hidrofiliar sea optima Aguilar y Quezada (2017, p.22).

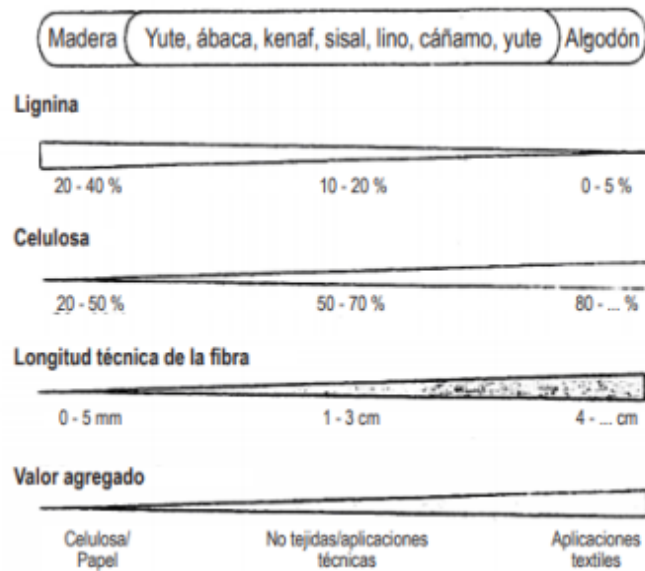


Figura 11. Clasificación de las fibras de celulosa basado en la materia prima.

En la figura se analiza la cantidad de agua que se requiere dependiendo de la técnica que se va utilizar para construir.

Tomado de: caracterización física y mecánica del adobe en el cantón cuenca (11 sept 2017). El adobe como material de construcción. Recuperado de: tesis%20adobe%2019_09_17%20(2).pdf

La cascarilla de arroz es esencial para la elaboración de los adobes ya que, le brinda más resistencia y estabilidad también, aligera su peso. Por otra parte, es un material abundante en el territorio ya que:

“En Colombia el arroz ocupa el primer lugar en términos de valor económico entre los cultivos de ciclo corto y es el tercer producto agrícola en extensión cultivada después del café y el maíz” (El campesino, 2019, parr 5).



*Figura 12.*Cosecha cascarilla de arroz.
Tomado de: Chilebio (4 abril 2017) Biotecnología para una agricultura sostenible
Elaboración propia.

6.3.Marco normativo

6.3.1. *Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada*

Teniendo en cuenta que en Colombia no existe una normativa que regule la practica en construcción con adobes, la investigación se desarrollara siguiendo los parámetros establecidos en la norma E.080, la cual aplica para el territorio del Perú, pero nos permite utilizarla ya que, las condiciones sísmicas y climáticas de ese lugar tienen similitud con las de Colombia

La norma se refiere a las características mecánicas de los materiales, al diseño sismorresistente, los elementos estructurales fundamentales, así como al comportamiento de los muros de adobe y tapial, de acuerdo a la filosofía de diseño sismorresistente. Por otra parte, la norma E80 establece que una construcción reforzada debe conseguir los siguientes comportamientos:

- Durante sismos leves, las edificaciones de tierra reforzada pueden admitir la formación de fisuras en los muros
- Durante sismos moderados, las edificaciones de tierra reforzadas pueden admitir fi suras más importantes, sin embargo, están controladas por refuerzos, sin producir daños a los ocupantes. La estructura debe ser reparable con costos razonables.
- Durante la ocurrencia de sismos fuertes, se admite la posibilidad de daños estructurales más considerables, con fi suras y deformaciones permanentes, pero controladas por refuerzos. No deben ocurrir fallas

frágiles y colapsos parciales o totales, que puedan significar consecuencias fatales para la vida de los ocupantes.

Otro aspecto fundamental que establece la norma E80 en el artículo 1 alcances, es la orientación que tiene, ya que está ligada a todo el proceso de diseño, construcción, reparación y reforzamiento de edificaciones de tierra reforzada, como su enfoque a la cultura de prevención de desastres y la búsqueda de soluciones económicas, seguras, durables, confortables y de fácil difusión. Finalmente nos establece que el seguimiento y evaluación de un ingeniero (colegiado y habilitado), son relevantes para los proyectos elaborados fuera del alcance de esta. (Norma E0.80, art.1, 2017).

7. Referentes

7.1. De la construcción a la arquitectura sostenible

Para la vivienda en tierra que proponemos a partir de adobes, es necesario hacerla sismo resistente en el cual, en este artículo podemos encontrar la manera adecuada de cómo utilizar la guadua y sus uniones.

La unión propuesta consiste en conformar una abrazadera por medio de dos mitades a partir de platinas independientes, unidas entre sí por medio de tornillos, de manera tal que permitan la fijación a la guadua sin realizar perforaciones en las paredes de la guadua, buscando distribuir el esfuerzo en el mayor perímetro

posible de las cañas. (Alvis et al, 2019, pág. 192)

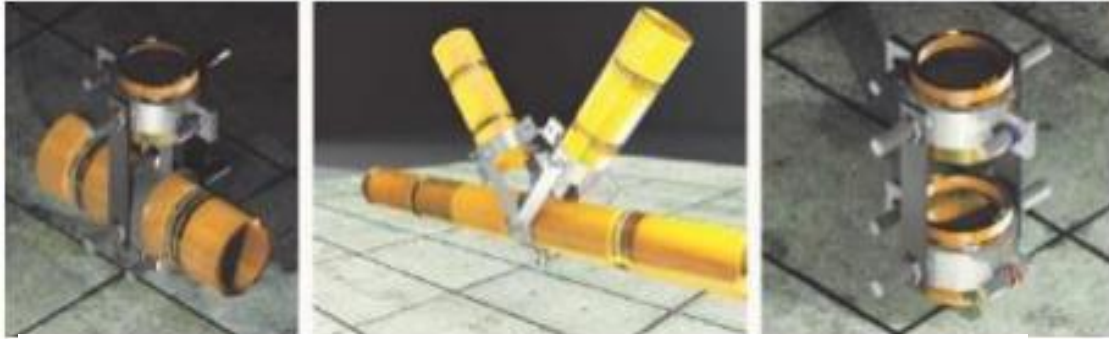


Figura 13.T mejoramiento de uniones.

Observamos en esta imagen las diferentes formas de unir la guadua. Tomado de: Manuel Fernando Martínez Forero (estructurales de bambú-guadua angustifolia kunth para la conformación de sistemas

reticulados Manuel Fernando Martínez Forero uniones de guadua. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Celene_Milanes_Batista/publication/331101328_MODELOS_PARTICIPATIVOS_PARA_EL_ORDENAMIENTO_RESILIENCIA_URBANA_Y_SOSTENIBILIDAD_AMBIENTAL_EN_CIUDADES_VULNERABLES_EL_CASO_DE_LA_REPUBLICA_DE_CUBA/links/5ce86b36a6fdccc9ddccd171/MODELOS-PARTICIPATIVOS-PARA-EL-ORDENAMIENTO-RESILIENCIA-URBANA-Y-SOSTENIBILIDAD-AMBIENTAL-EN-CIUDADES-VULNERABLES-EL-CASO-DE-LA-REPUBLICA-DE-CUBA.pdf#page=184.

7.2.Comprensión del territorio para la construcción de apropiación e identidad en el municipio de Soacha.

Vamos a tener en cuenta la propuesta metodológica planteada por la arquitecta Andrea Reyes para el desarrollo del trabajo con la comunidad teniendo en cuenta el siguiente esquema el cual, nos muestra un componente del lugar como eje y dos aspectos relevantes como son las formas y los espacios.



Figura 14. Esquema bienestar social.

Conceptos entorno social.

Tomado de: Reyes-Guarnizo, A. (2020). Cultura y espacio urbano.

Recuperado de: <https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/article/view/2651/2715>

Por su parte el lugar, como concepto (Figura 15), se constituye como punto de referencia para la comprensión del territorio; desde el espacio apropiado. En donde tiene asidero el concepto de lugar ya que posibilita la apropiación simbólica y de identidad; y desde el espacio dominado, (relacionado con el poder) (Reyes, 2020, parr 20)

El trabajo con la comunidad ha sido un factor muy importante para la realización del proyecto en el cual tuvimos en cuenta la estructura plantea por la arquitecta Andrea reyes

7.3. Técnica de elaboración de adobes.

Para la elaboración de adobes se retomó un manual, donde se explica el paso a paso de las mezclas y el moldeado del adobe.



*Figura 15.*Elaboración del adobe
Se observa la compactación de la arcilla en el molde.

Tomado de: Minke,(2001) manual de construcción en tierra.

Recuperado de:

<http://permaconstruccion.org/wp-content/uploads/2017/06/Manual-Construccion-En-Tierra-Minke.pdf>

La elaboración de los adobes se realiza ya sea rellorando los moldes con barro de consistencia pastosa o lanzando un barro menos pastoso en los moldes. Se emplea diferentes tipos de molde la elaboración se ve en la figura 17 en las técnicas de lanzado se mezcla barro arenoso con agua, usualmente se añade paja cortada y se lanza la mezcla con fuerza en el molde, mientras más fuerte se lanza el barro en el molde mejor será la compactación y resistencia. (Mike, 2001, p.73).

Dado lo investigado en el manual, nos brinda las herramientas necesarias para proceder a realizar los adobes.

8. metodologías

8.1.Aspectos metodológicos

Para el desarrollo de la investigación se jerarquizaron una serie de actividades las cuales nos permiten ordenar las etapas a seguir para el desarrollo optimo del proyecto que son:

- Se reunió la información para establecer las condiciones determinantes del proyecto y las demás acciones que intervienen en el proceso del adobe.
- Se estudió el lugar dependiendo de sus necesidades se elabora un prototipo de construcción en tierra
- Se trabajó el orden y funcionamiento identificando las características más importan antes del proyecto; con los datos adquiridos en la fase anterior, se elaboran los documentos respecto al avance de la investigación como por ejemplo tipos de tierra técnicas, medidas, resistencia y referentes del adobe etc.
- Finalmente se retroalimenta de todo lo investigado para llevar a cabo una
- propuesta de prototipo de ladrillo con materiales 100% naturales.

8.2. Desarrollo práctico

Tabla 1

Etapas del proyecto, actividades y metodología

N	etapas del proyecto	actividades críticas	metodologías específicas
1	crear el marco de referencia	antecedentes, estudio de procesos, de viviendas en tierra	consulta y análisis bibliográfico, de variedades y técnicas de construcción en tierra.
2	analizar la situación actual	visitas de campo, situación y necesidades de la población vulnerable.	encuesta, entrevistas, indicadores y estudio del terreno.
3	estudiar la problemática	población sin vivienda conurbación y alcances económicos para vivienda.	causas de la problemática.
4	proponer alternativas de solución	exponer el proyecto para mejorar la calidad de las personas.	presentación de propuesta de prototipo de muros en tierra para viviendas de escaso recurso.
5	hacer las respectivas soluciones	se crea un modelo a partir de lo investigado de construcciones en tierra.	hacer las pruebas del prototipo si funciona ejemplo: calidad del material, resistencia, mediadas etc..
6	evaluar las soluciones	si se logró lo proyectado	seguir mejorando lo planteado

NOTA: en esta tabla contiene información en la cual mostramos que metodología hicimos para el desarrollo de nuestro proyecto. Elaboración propia.

Las etapas del proyecto se evidencian en la *tabla 1* donde se detalla las actividades de cada una, así como la metodología que se implementó para llevar a cabo cada una.

Un aspecto importante es como se llevaron a cabo las problemáticas planteadas entorno al déficit de vivienda de la población de Usme.

Para el desarrollo de la metodología se tuvo en cuenta varios temas por abordar como los son:

Técnicas

- construcción en tierra
- Preparación del barro
- Arquitectura de barro

Propiedades del adobe

- Tipos de adobe
- Qué debemos saber de la tierra como material de construcción
- Beneficios de cascara de arroz
- Propiedades de la tierra como material de construcción
- Mejoramiento de las características del barro mediante tratamientos especiales y aditivos

Sistemas constructivos en tierra

- Qué debemos saber de la tierra como material de construcción
- Libro manual para construcción en tierra

9. Desarrollo del proyecto.

9.1. Fase 1. Análisis del lugar

9.1.1. Salida de campo

Según (Usme Habilidad en cifras, 2019) en la localidad se encuentran más de 182 asentamientos informales de estos 22 están etapa de legalización y el resto ya está formalizado, sin embargo encontramos que las viviendas no están hechas de los mejores materiales ver *figura* ya que encontramos muchas de estas elaboradas en latas plásticos y otros materiales no que no cumplen las necesidades sísmicas técnicas, estéticas y de confort mínimas ya que presentan condiciones precarias como la presencia de altos niveles de humedad y diferentes tipos de plaga lo cual afecta la salud de sus habitantes entre estos niños menores de edad y que por diferentes factores socio económicos no cuentan con una ayuda que solucione o mitigue esta problemática.



Figura 16. foto de vivienda en Usme se realizó un recorrido por el sector y estas son algunas de las casas que se encontraron en mal estado. Elaboración propia.



Figura 18 Viviendas deterioradas como se ve en la figura muchas de estas casas son de materiales reciclados.
Elaboración propia



Figura 17 Condiciones de vivienda de Usme como de muestra estas casas carecen de seguridad, ni estabilidad para una familia.
Elaboración propia

9.1.1.1 Estudio de la tierra del lugar

En la salida de campo en la zona de estudio (Usme) hicimos una serie de perforaciones de 80 cm y en las casas aledañas, con las condiciones expuestas anteriormente, se encontró que



Figura 19 Perforación del suelo de Usme.
cómo se observa, se extrae arcilla del lugar para hacer pruebas.
Elaboración propia.

presentaban niveles de tierra arcillosa con propiedades aptas para la elaboración del prototipo como se ve en la *figura 19*.

9.1.1.2 Exploración del subsuelo y ensayos de laboratorio

Para la exploración del subsuelo se efectuaron nueve perforaciones que alcanzaron profundidades comprendidas entre 6 y 20 m bajo la superficie y en las cuales fue necesario utilizar avance por rotación con broca de diamante. El número de sondeos se obtuvo teniendo en cuenta la Tabla H.3.1-1 de la Norma NSR-10 para clasificar la edificación de este proyecto en

Categoría Baja y conforme lo estipulado en la Tabla H.3.2-1 de la Norma NSR-10. Cortes con alturas mayores a 1.5 m ni será necesario levantar el nivel de primer piso en alturas superiores a 0.8 m.

9.1.1.3 Modelo geotécnico

Para los análisis geotécnicos se realizó un estudio de suelos y se encontró un modelo geotécnico con los siguientes como se ve en la tabla en el modelo geotécnico en el estrato uno se encontraron los materiales adecuados para la realización del prototipo

Tabla 2

análisis geotécnico

➤ Estrato 1	
0.3/0.5 m – 1.1/3.6 m	Arcillas y limos arcillosos de color café.
➤ Estrato 2	
1.1/3.6 m – 7.2/10.7 m	Arcillas de color gris verdoso, gris y café con gravas.
➤ Estrato 3	
7.2/10.7 m - Prof. de explor.	Arcillas de color gris oscuro con gravas, piedras y grandes bloques de roca arenisca.

Nota: modelo geotécnico de Usme por estratos. adaptado de anfer ingeniería e.u (2016). Estudio de suelos y análisis de cimentaciones nuevas edificaciones colegios carrera 3 a n 136 a 22 sur metro vivienda, Usme.



Figura 20Corte terreno Usme.

En la figura se observa los estratos conformados por la tierra.
Elaboración propia.

En la localidad de Usme donde se extrae la arcilla en el lugar de estudio, observamos en la *figura 18* un suelo firme donde tiene las propiedades necesarias para fabricar el adobe.



Figura 21 Perforación de terreno a 80 cm.
cómo se observa, se extrae arcilla del lugar para hacer pruebas.
Elaboración propia.

9.2.Fase 2 Estudio de materiales

9.2.1 Recolección de información

Esta recopilación de información se tiene con el fin, de investigar todos los agregados necesarios para una mezcla adecuada.

9.2.2. Pruebas de mezcla

Para poder fabricar los adobes, se debe realizar una serie de pruebas mecánicas que garanticen la resistencia de arcilla.

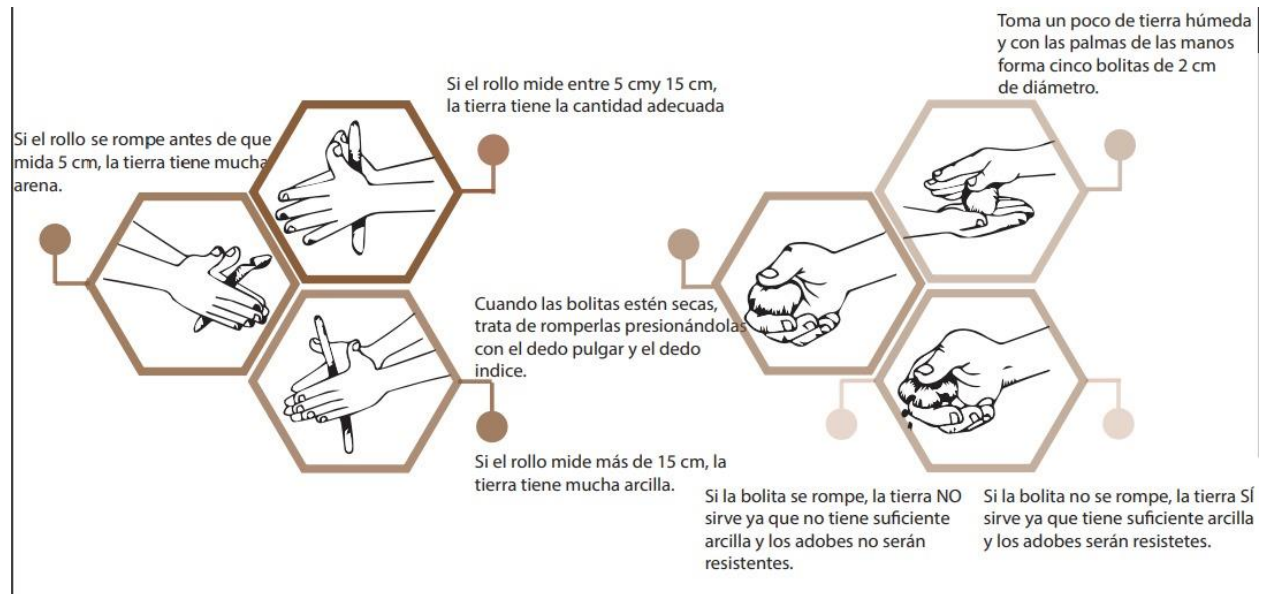


Figura 22 Prueba de la arcilla
Ver anexos del manual
Elaboración propia

Al recolectar los materiales necesarios para el adobe, se sacó unos porcentajes de mezcla para llegar a la resistencia adecuada del adobe, inicialmente se elaboraron 5 esferas, cada una con una mezcla de cantidades y tamaños diferentes, se procede a dejar secar durante 24 horas.

Finalmente, una vez secadas se sujetan y se aprietan con el dedo pulgar generando presión hasta tratar de romperlas, el propósito es averiguar qué esferas soportan un aplastamiento sin romperse. Es decir, sí no se rompe el suelo tiene suficiente arcilla para elaborar los adobes, pero si se rompe, la tierra no tiene suficiente arcilla para la fabricación de los mismo.



Figura 23 Diferentes prototipos.
Se observa la variedad, de color y textura, debido a las cantidades de los materiales



Figura 24Elaboración de esferas
Se elaboran esferas de 2 cm de diámetro.
Elaboración propia

Después del tiempo de secado, se realizó el ejercicio de resistencia con cada una de las esferas, como indicaba lo investigado *figura 24* nos dio un resultado positivo porque la arcilla del suelo de Usme se encuentra en buenas condiciones, cumpliendo con todas las propiedades para la realización de los bloques.

9.2.3. Materiales y porcentaje para mezcla del adobe



Figura 25 Porcentajes de materiales
Elaboración del primer prototipo.
Elaboración propia.

10. Elaboracion de prototipos

10.1. Preparación primero prototipos



Figura 26 Experimento de prototipos.
Elaboración primeros prototipos.
Elaboración propia.

Inicialmente se hizo una gavera de con unas medidas ver *figura 26* se preparó unas mezclas con unos porcentajes experimentando para llegar al prototipo final.

La primera gavera realizada, tuvo fallas en el material, medidas y estándares ya que, al dejar la mezcla de la arcilla en la gavera, el material sufrió una expansión perdiendo las medias y la forma.

10.2. Siguiete ensayo de prototipo de adobes

Teniendo en cuenta los errores anteriores, se procede a realizar las mezclas con porcentajes diferentes y se agregó un nuevo componente (melaza) en el cual, dada las investigaciones se evidencia que brinda más resistencia y protección contra las temperaturas altas.

Por otra parte, para la elaboración de los prototipos de adobe, pueden ser cuadrados o rectangulares siempre y cuando ten un Angulo de 90, del mismo modo, sea funcional para la construcción de una vivienda.

10.2.1. Materiales y porcentaje para siguiete ensayo de prototipo

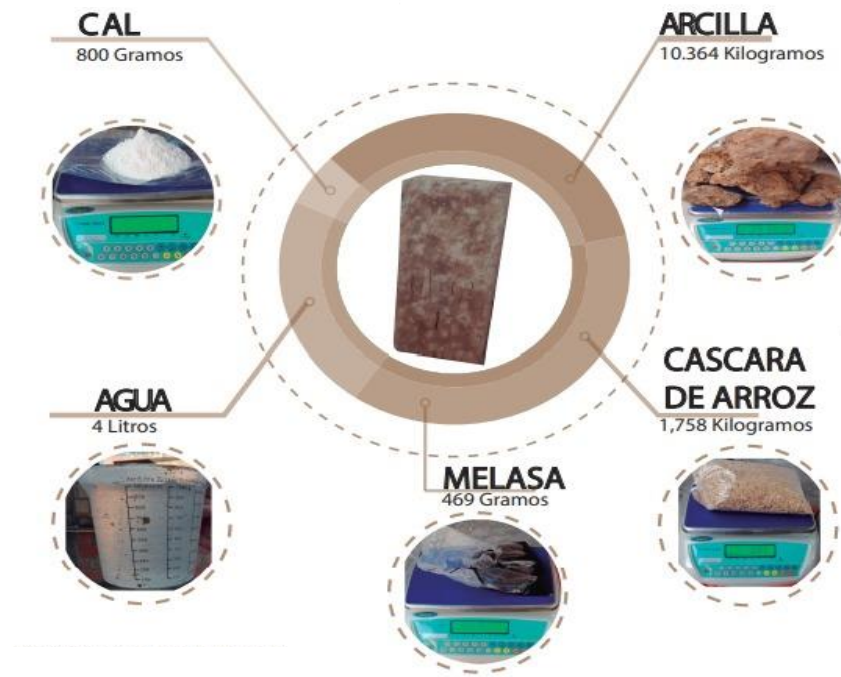


Figura 27 Materiales y porcentajes siguientes.
Porcentajes del nuevo prototipo.
Elaboración propia

10.2.2. Preparación primero prototipos



Figura 28 Proceso de elaboración.
Preparación de mezcla para realizar el adobe
Elaboración propia.

En este experimento de prototipo, se decidió elaborar otra gavera en el cual, se cambiaron los estándares en medidas, modelo y material, de manera que el adobe tenía un mejor acabado.



Figura 29. Elaboración de gavera.
Se elabora gavera para tres moldes, para mayor producción.
Elaboración propia.

10.2.3. Medidas de gavera y prototipo.

Se determinó que la gavera cumplía su función, sin embargo, se dificulta el manejo por su peso y tamaño.

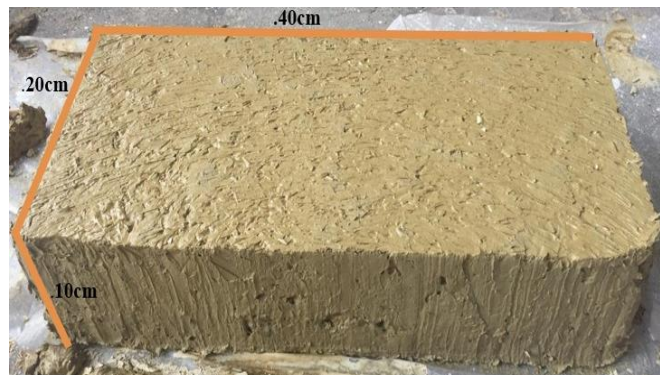


Figura 30 Medidas del adobe.
Adobe moldeado.
Elaboración propia.

Resumiendo lo planteado, en el proceso de elaboración la mezcla queda más húmeda, por lo tanto, tuvo un periodo más largo de secado, además la arcilla debe pasar por un proceso de colador para quitar residuos. Finalmente, el prototipo al secarse se mostró con varios agrietamientos debido a la alta proporción de la cascarilla de arroz.

10.2.4. Resultado final

Durante el desarrollo del proyecto se elaboraron varios prototipos los cual, no cumplieron con los estándares requeridos por la norma E.080, de igual forma se continuo con la investigación y del mismo modo con la fabricación del trabajó en el mejoramiento del elemento hasta obtener un adobe apto.

A continuación, se muestra la forma en que se desarrolla la mezcla del adobe tradicional, ya que, Como lo describe Pesantez y Gonzales (2011, p.61):

La fabricación de adobes se inicia retirando de la tierra los áridos mayores a 2 cm, mediante el zarandeo; luego se bate con agua obteniendo un barro. A ese barro se incorpora la paja o pasto seco picado, se realiza un primer y segundo batido al cual se cubre y se deja dormir el barro, luego se bate nuevamente, esto permite una mayor integración y distribución del agua entre las partículas de arcilla para activar sus propiedades. (Citado por Aguilar y Quezada, 2017, p.23)

Con base a lo consultado, se dispone a agregar más materiales (como cascara de huevo y paja) con énfasis en fibras naturales, que ayudan a enlazar entre si todos los ingredientes generando más unión en la composición.

Sin embargo, cada material cumple una determinada función, por ende, la cascara de huevo actúa como pega [mortero] brindando más firmeza en el adobe, como lo indica la investigadora Laura Daniel en la Universidad de la Sabana:

“La mezcla con cáscara de huevo obtuvo un 18% más de resistencia que la mezcla tradicional de cemento” (Noticias institucionales, 2019, parr 1)

Por esta razón, se optó por agregar este material, aunque debe tener un proceso de preparación antes de ser incluido en la mezcla, ver anexo manual.

11. Propuesta

11.1. COBEPLAC: Definición de la propuesta

COBEPLAC data de construcciones en adobe para las comunidades de recurso limitado, que busca mejorar los componentes de un bloque, a base de unas mezclas elaboradas con fibras naturales para el cuidado del medio ambiente y proporcionar seguridad a esta técnica tradicional que ha medida del tiempo se han dejado de utilizar.

Posteriormente, con el proyecto desarrollado se busca mitigar el déficit de vivienda por medio de talleres y el uso de un manual elaborado por los mismo, que busca empatizar a la comunidad a que construya con este prototipo y la importancia de retomar las construcciones vernáculas.

Por lo tanto, de manera didáctica se busca mostrar que este sistema constructivo es viable para la transformación directa del habitad residencial por parte de sus habitantes, buscando un buen común llamado autoconstrucción, con estos parámetros e indicaciones será más fácil la elaboración y ensamble se sus propias viviendas.

11.2. Descripción de la propuesta

Partiendo de la base investigativa de construcción cuya esencia obedece al elemento tierra, luego del estudio de sus doce (12) técnicas de proceso constructivo, optamos por profundizar en la práctica denominada “modelado”, de donde, una vez hechos los estudios de rigor (*históricos y normativos*), se llegó a la conclusión que la fórmula adecuada, en apego de la simplicidad del elemento primario (*agua, arcilla y paja*) en concordancia con los estándares de matización previstos en la Norma E.080 (*Ley de diseño y construcción con tierra - Perú*), proyectaba mayor aprovechamiento de estos, si la mezcla de manera homogénea ara fusionada con; *melaza, cascarilla de huevo y arroz*, al igual que *cal*, elementos que como ya se explicó, mejoran no sólo la parte técnica del bloque sino además su durabilidad y resistencia con independencia del modo y lugar de utilización.

Ahora bien, en función de llevar a la práctica el proyecto y determinar con eficacia los resultados operativos del proyecto “COBEPLAC”, nos contactamos con la comunidad, y con apoyo de la Casa de Cultura de la Localidad de Usme, se logró trabajar con los habitantes de Usmeke, a quienes se le dictaron talleres para la elaboración del prototipo, en razón a que, culturalmente estas personas tienden a la construcción propia de sus viviendas, postulándose el bloque, no sólo una solución en la reducción de gasto de construcción, sino además, de durabilidad, eficacia y comodidad de habitación en pro de la familia, de donde se concluye además, que nuestro modelo de investigativo, cumple una función social.

11.3. Objetivo del proyecto

COBEPLAC está proyectado a construcciones en adobe para las comunidades de recurso limitado a partir de transferencias tecnología (manuales, talleres) que cumplan con unos estándares físicos y mecánicas para llevar a cabo la realización del prototipo en lugares más vulnerables es este caso Usme, el sistema planteado puede generar alternativas para la autoconstrucción como:

- Mitigar el déficit de vivienda
- Ahorro económico
- Incentivo de técnicas vernáculas
- Generar un impacto social

11.4. Desarrollo de proceso

Al tener el lugar indicado dentro de la localidad, se procede a fabricar los adobes para una finca turística propiedad de señor Jaime Beltrán funcionario de la casa cultural en el lugar ya mencionado, con el objetivo de trabajar con la comunidad ya antes nombrada, para mejoras de la vivienda en su parte frontal y hacerla más llamativa a los visitantes.



Figura 31 Casa del señor Jaime.
Fachada frontal.
Elaboración propia.

Se toma medidas de la fachada frontal para el cálculo de la elaboración de los adobes, también, la lista de los materiales que se requieren para la renovación de esta.



Figura 32 Toma de medidas.
Se toma medidas para hacer diseño de propuesta
Elaboración propia.

11.4.1. Preparación de materiales

Los materiales previos a ser fusionados en el todo de los elementos, cada uno de ellos paso por un proceso de inspección como limpieza, gramaje, corte, etc.



Figura 33 Proceso de inspección.
Se explica como ordenar los materiales antes de ser agregados a la mezcla. Ver manual página 6.
Elaboración propia

11.4.2. Porcentaje del adobe final



Figura 34 Porcentaje adobe final
Se observa los ingredientes finales, con sus respectivas cantidades.
Elaboración propia.

De acuerdo a las cantidades que surgieron para elaborar un solo prototipo, se procede a sacar el cálculo para 250 adobes.

Tabla 3.

Cuadro de cantidades

Materiales	Cantidades
Arcilla	1.500 kilos
Arena	250 kilos
Agua	750 litros
Melaza	50 kilos

Paja	12.5 kilos
Cascarilla de arroz	2.5 kilos
Cascarilla de huevo	2.5 kilos
Cal	17.5 kilos

11.4.3. Orden de los materiales para la mezcla



Figura 35 Porcentaje adobe final
Se observa los ingredientes finales, con sus respectivas cantidades.
Elaboración propia.

Así, como los materiales deben pasar por un proceso de limpieza, el orden de los agregados es igualmente importante ya que, esto ayuda a garantizar su firmeza y resistencia.



Figura 36 Mezcla
Mezcla para la elaboración de los
adobes.
Elaboración propia.

Sin embargo, hay que tener prevención a la hora de agregar la cal, *ver manual en anexos pagina 9*, allí se explica las recomendaciones.

11.4.4. Moldeado



Figura 37 Moldeado.
Mezcla final dentro de la gavera
Elaboración propia.

Para este prototipo final se elaboró de nuevo, una gavera para fabricar dos (2) adobes al tiempo, debido a que, el material era débil ante el contacto con el agua.

Se ubican en el piso el molde y se echa la mezcla en forma de bolas, compactar con las manos y pies, para finalmente pasar la regla metálica y nivelar.

11.4.5. Secado

Todas las fases para la preparación del adobe son importantes, en el secado, por una parte, debe estar protegido del sol, es decir, secarse a la sombra para evitar que se rajen.

Por otro lado, es de vital importancia dejar secar por un periodo mínimo de 1 mes, con base a que, con más tiempo de secado, mayor resistencia.



Figura 38 Secado del adobe.
Secado de los adobes.
Elaboración propia.

11.4.6. Almacenamiento

Finalmente, se apilan para garantizar un secado por ambos costados.



Figura 39 Producción final.
Como se observa, se fabricaron 250 adobes, protegidos en bodega.

11.4.7. Impermeabilizante

El adobe como se ha dicho anteriormente, después del secado no puede tener contacto con el agua, sin embargo, para motivar a los visitantes de la finca Usmeke donde se plantea una remodelación de fachada con el adobe, se propone un ladrillo a la vista.

Por esta razón, se busca un material que impidan las filtraciones del agua al adobe, por lo tanto, se encontró un líquido llamado Acronal.

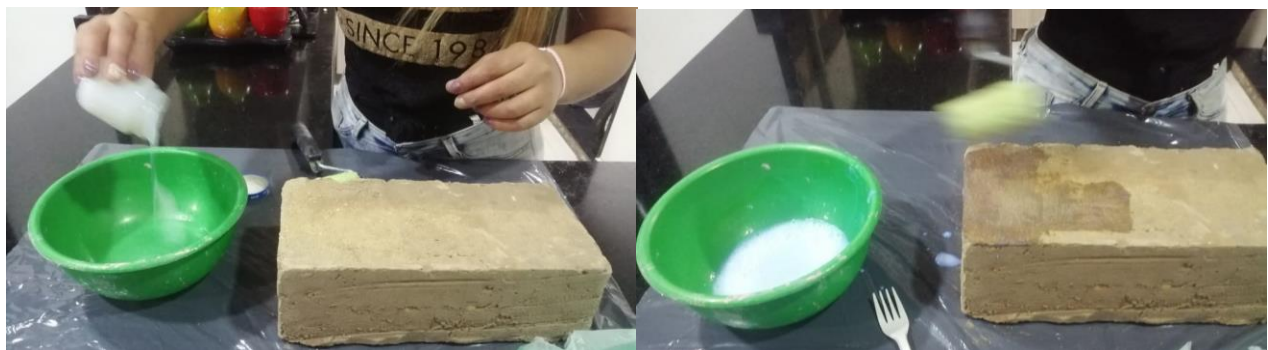


Figura 40 Impermeabilizante.
Aplicación de acronal
Elaboración propia.

Para garantizar que el Acronal impermeabiliza, se le aplico a un adobe y se dejó secar por dos (2) horas, luego se expuso a prueba en el exterior para permitir que el sol y el agua

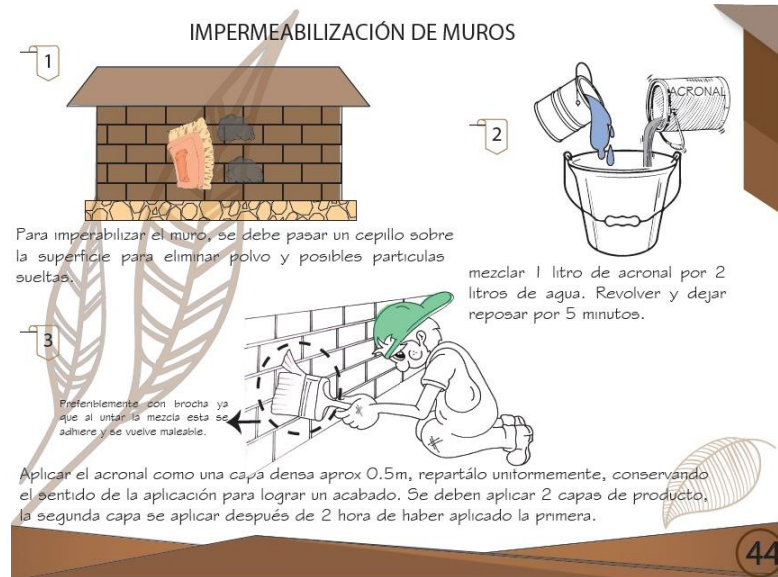


Figura 41 Impermeabilización manual
Información más detallada, ver manual pagina 44.
Elaboración propia.

12. Fase 4 Pruebas de laboratorio

12.1. Pruebas de laboratorio se rige a la norma E 0-80

Las Pruebas y ensayos de adobes son para ayudarle a satisfacer las necesidades de una vivienda, así como a cumplir con las normas de calidad y los reglamentos obligatorios. La cual nos basamos en la norma E-080, las pruebas de laboratorio se hacen con el fin de llegar a un prototipo ideal para que cumpla las características de resistencia para levantar un muro de una vivienda.

12.2. Prueba de laboratorio de primer ensayo

Para las pruebas de resistencia se visitó el laboratorio de la universidad la gran Colombia sede de ingeniería donde se evidencio unas características del adobe y se realizaron las pruebas.



Figura 42Primera prueba, primer prototipo.
El primer prototipo que no cumplía con las
medidas ni la resistencia adecuada.
Elaboración propia

De acuerdo a los resultados que se registró la respectiva máquina, el prototipo no cumple con los estándares requeridos, como se ha dicho anteriormente nos hemos regido a la Norma E.080 para elaborar un prototipo de adobe seguro.

12.3. Prueba de laboratorio de segundo ensayo

Segunda visita, el cual fue sometido a una prueba de laboratorio de flexión y compresión como se evidencia en la figura.



Figura 43 Compresión.
colocación de platinas para el adobe.
Elaboración propia.

El siguiente prototipo dio un fallo en el cual, tuvo una ruptura y no resistió con el estándar adecuado.



Figura 44 Prueba de resistencia.

Se llevó el adobe al laboratorio para saber si su resistencia era apta para la construcción.
Elaboración propia.

12.4. Prueba de laboratorio prototipo final

Realizamos varios experimentos de prototipo de adobes en el cual, resaltamos los tres más importantes y entre ellos está el tercer prototipo que dio con la resistencia adecuada la cual explicamos en la tabla 3.



Figura 45 Prototipo final
Se lleva el prototipo final al laboratorio
Elaboración propia

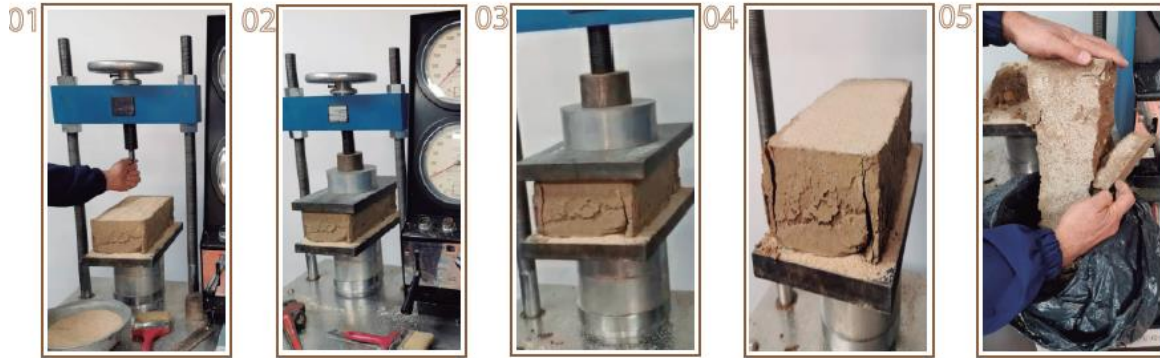


Figura 46 Pruebas de resistencia.
Se realizan las pruebas de resistencia en el cual son muy satisfactorias
Elaboración propia

12.5. Conclusión de resistencias.

Tabla 4.

Propiedades de los adobes.

PROPIEDADES			
PROTOTIPO	PESO	AREA	RESISTENCIA
# 1	3.15 Kg	2.80	6 KN
# 2	8.10 Kg	450	10.2 KN
# 3	7.60 Kg	450	121 KN

Nota: En esta tabla indica el peso de cada prototipo para observar las diferencias

Finalmente, a causa de los nuevos ingredientes y más tiempo de secado, el adobe soporta una fuerza de 121KN que es igual a 27,41kg/cm².

De acuerdo a la Norma E.080, la resistencia mínima debe ser de 12kg/cm², por lo tanto, el prototipo supera con el esfuerzo mínimo admisible.

13. Fase 5 Acercamiento con la comunidad en general

13.1. Acercamiento con la comunidad



Figura 47 primer prototipo.
Visitamos casa en mal estado
Elaboración propia.

Cuando visitamos la localidad de Usme encontramos un déficit de vivienda, se tuvo un acercamiento con algunos habitantes sobre el proyecto, exponiendo las ventajas de construir con un ladrillo 100% natural (adobe), se obtuvo una respuesta positiva por parte de las personas visitadas, estos adoptarían esta forma de hacer los ladrillos para una vivienda digna y segura.



Figura 48 Segundo acercamiento con la comunidad
Se observa una transferencia de tecnología
Elaboración propia.

Las personas de la localidad de Usme al expresar la importancia de la recuperación de las técnicas en construcción en tierra, se encontraron muy interesados de saber cómo se realizar estos prototipos y como se ha venido desarrollando lo planteado. Del mismo modo, se ofrecieron de voluntarios para realizar adobes dentro de sus terrenos.

13.2. Trabajo con la comunidad de Usme



Figura 49 Talleres con la comunidad Usme
Se realizaron los talleres y encuestas en la casa cultural de Usme
Elaboración propia

El trabajo con la comunidad Usme, se realizó con los líderes sociales y también con grupos heterogéneos de personas jóvenes, ancianos, hombres, mujeres y niños a los cuales, se les sensibilizó sobre el sistema constructivo a base de adobes, en donde se trajo de nuevo todos estos conocimientos que ya en tiempos anteriores a la modernidad se practicaban en Bogotá por los ancestros sobre esta alternativa de solución de vivienda auto construida y se les presentó el prototipo actualizado de adobe, para que pudieran verlo, tocarlo, comprobar su peso y su firmeza a pesar de estar hecho a base tierra, posteriormente se socializó lo aprendido y se retroalimentó lo enseñado a partir de una reunión se platicó las expectativas frente al sistema constructivo.



Figura 50 Exposición.
Interactuando con la comunidad Usmeke.
Elaboración propia.

Se resuelven dudas y opiniones preconcebidas frente a este sistema, como parte del trabajo de socialización posterior al de la transferencia del conocimiento a través de una exposición muy didáctica por parte de las arquitectas.

14. Conclusiones

Durante el proceso del desarrollo del proyecto tuvimos impacto positivo a nivel social, ya que, se demostró por medio de talleres las ventajas de retomar las construcciones vernáculas para influir en la decisión de implementar en sus viviendas.

Se planteo trabajar en la elaboración de los adobes para llegar a una empatía social y motivarlos a la construcción del bien común.

Se logro demostrar que el prototipo de adobe, es validado en cuanto a resistencias de acuerdo a los requisitos de la Norma E.080.

Después de realizar las respectivas mezclas y utilizar los métodos ya mencionados para evaluar los comportamientos técnicos del abobe, es fundamental dejar un periodo de 1 mes el proceso de secado, para tener la resistencia adecuada para la estructura.

15. Sugerencias

Se debe tener un espacio adecuado a la *sombra* para el secado de los adobes.

Para la fabricación de los adobes no se requiere personal especializado, sin embargo, se recomienda un acompañamiento y supervisión por parte de un personal técnico y profesional, aunque, dichas sugerencias se encuentran en el manual anexo.

16. Anexos

16.1. Encuestas

Encuestas realizadas en el campo de estudio a la comunidad Usmeke.

16.2. Manual

Documento didáctico para presentar los procesos de la fabricación y construcción de la propuesta, enfocado a las comunidades de recursos limitados.

17. Lista de Referencia

- Actualidad viajes. (s.f). Shibam, la ciudad medieval con edificios. Recuperado de <https://www.actualidadviajes.com/shibam-la-ciudad-medieval-con-edificios/>
- El campesino, (10 de enero 2019), El reto de incrementar el consumo de arroz colombiano en el país, Recuperado de <https://www.elcampesino.co/el-reto-de-incrementar-el-consumo-de-arroz-colombiano-en-el-pais/>
- El tiempo, (3 de julio 2018), Desplazamiento trajo a Bogotá a casi 7.000 víctimas en el año 2017, Recuperado de <https://www.eltiempo.com/bogota/cuantos-desplazados-hay-en-bogota-238938>
- Gonzales, I y Pesántez, M. (2011). *Arquitectura tradicional en Azuay y Cañar Técnicas, creencias, prácticas y saberes*. Recuperado de <https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/article/view/2651/2715>
- ISSUU, (20 de junio 2013), Arquitectura tradicional en Azuay y Cañar, Recuperado de <https://issuu.com/inpc/docs/arquitectura>
- Minke, G. (1994). *La tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual*. Kassel. Alemania: Fin de siglo
- Rocas y minerales, (2016), Limo, Recuperado de <https://www.rocasym minerales.net/limo>
- Universidad del Rosario, (2007), Déficit de vivienda en Colombia, Recuperado de <https://www.urosario.edu.co/Universidad-Ciencia-Desarrollo/ur/Fasciculos Anteriores/Tomo-II-2007/Fasciculo-11/ur/Deficit-de-vivienda-en-Colombia/>
- Universidad de la Sabana. (23 de septiembre 2019). Cascara de huevo, una alternativa para la construcción. Recuperado de <https://www.unisabana.edu.co/nosotros/noticias-institucionales/detalle-noticias-institucionales/noticia/cascara-de-huevo-una-alternativa-para-la-construccion/>
- Gatti, F. (5 de septiembre 2012). *Arquitectura y construcción en tierra, estudio comparativo de las técnicas contemporáneas en tierra*. (Trabajo de maestría). Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, España.
- Salas, J. (marzo 1992). *Contra el hambre de vivienda*. Bogotá, Colombia: ESCALA.
- Alfonso Riber S y cia. S. A. Estudios de suelos. (5 de abril 2016). Estudio de suelos y análisis de cimentaciones, nuevas edificaciones colegio carrera 3ª No. 136ª- Sur- Metrovivienda USME.
- Albis, M. Buelvas, J. Hernandez, R. Marin, D. Ruiz, A Y Sarmiento, J. (2018). Octavo congreso de la construcción & la arquitectura sostenible.
- Miller, L. Álvarez, E & Abell
- Aguilar, E y Quezada, A. (2017). *Caracterización física y mecánica del adobe en el Canton Cuenca*.(Trabajo de grado). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

Abell, R. Alvarez, E. & Miller, L. (1998). A hand book for building homes of earth