



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR – LOJA
FACULTAD PARA LA CIUDAD, EL PAISAJE Y LA ARQUITECTURA
TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ARQUITECTO**

**REGISTRO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS CON FIBRAS
NATURALES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL CANTÓN LOJA –
ENSAYO Y PROPUESTA DE UN ADOBE MEJORADO**

Autora

María Fernanda Ríos Celi

Director

Mgs. Arq. Marco Ortega

Loja – Ecuador

2018

*El presente trabajo está dedicado a mis padres
y hermana que gracias a su esfuerzo lograron
que pueda culminar una etapa más en mi vida;
a mis profesores que supieron guiarme en mis
estudios.*

*A todas las personas que me ayudaron con
conocimientos y apoyo para poder llegar a la
culminación de mi carrera.*

María Fernanda Ríos Celi

Gracias a mi familia, amigas, amigos y profesores, por su apoyo incondicional, por ayudarme con sus conocimientos y consejos para ir mejorando en lo profesional y en lo personal, lo que me ayudó a que este trabajo llegue a su feliz culminación.

María Fernanda

RESUMEN

En la presente investigación se examinó cómo ha cambiado la construcción de vivienda en el Cantón Loja, pasando por etapas en las que fue común el uso de sistemas tradicionales con fibras naturales, como el adobe, tapial, bahareque, que han sido utilizados desde el siglo XVI; se observa su aplicación, las cualidades que tienen estos materiales en la construcción, hasta llegar a los modernos sistemas constructivos con el acero, hormigón, etc. Esta innovación ha ocurrido en forma notable por el desarrollo en la forma de construcción, que se adquirió por el empleo de los recientes materiales y nuevas técnicas, para dar paso a una nueva forma de construcción de viviendas y satisfacer las necesidades de una sociedad que espera mejoras en la edificación.

Las edificaciones con sistemas constructivos con fibras naturales son muy utilizadas en el Cantón Loja desde la época colonial. De acuerdo al Censo que se realizó en el año 2010, se evidenció que en las parroquias de Malacatos con 858 casos de estructura de viviendas construidas, Vilcabamba con 731 de viviendas y Chuquiribamba con 656 de estructuras de viviendas construidas, tienen un alto grado de casos de utilización en mampostería el adobe, la tapia y el bahareque.

La propuesta consiste en tratar el adobe con una nueva fibra natural, para que sea utilizado como mampostería, que tenga una característica semejante o mejor a la de los adobes tradicionales que se utilizan en construcciones de viviendas del Cantón Loja.

En esta jurisdicción, de acuerdo al medio en el que se lo vaya a emplear, estos sistemas constructivos tradicionales se han ido realizando pruebas y se ha comprobado los tipos de fibras empleadas, como la paja en 98 %, la madera en 1 %, carrizo en 1 %, que son las que le brindan mejor comportamiento a la mezcla de tierra y a los demás componentes, evidenciando que la durabilidad y resistencia de los bloques son óptimas, por lo en la actualidad todavía existen viviendas construidas con estos sistemas.

Palabras claves: sistema constructivo, tierra, fibras naturales.

SUMMARY

In the present investigation it was examined how housing construction in the Loja Canton has changed, going through stages in which it was common to use traditional systems with natural fibers, such as adobe, mud, bahareque, which have been used since the 19th century. XVI; it is observed its application, the qualities that these materials have in the construction, until arriving at the modern constructive systems with the steel, concrete, etc. This innovation has occurred in a remarkable way by the development in the form of construction, which was acquired by the use of recent materials and new techniques, to make way for a new form of housing construction and meet the needs of a society that expects improvements in the building.

The constructions with constructive systems with natural fibers are very used in the Loja Canton since colonial times. According to the census that was conducted in 2010, it was evident that in the parishes of Malacatos with 858 cases of housing structure built, Vilcabamba with 731 houses and Chuquiribamba with 656 built housing structures, have a high degree of cases of use in masonry the adobe, the wall and the bahareque.

The proposal consists of treating the adobe with a new natural fiber, to be used as masonry, which has a similar or better characteristic to that of the traditional adobes that are used in housing constructions of the Canton of Loja. In this jurisdiction, according to the medium in which it is going to be used, these traditional construction systems have been carried out tests and the types of fibers used have been verified, such as straw in 98%, wood in 1%, reed in 1%, which are the ones that provide the best behavior to the mixture of earth and other components, showing that the durability and resistance of the blocks are optimal, so at present there are still houses built with these systems.

Keywords: constructive system, earth, natural fibers.

REGISTRO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS CON FIBRAS NATURALES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL CANTÓN LOJA – ENSAYO Y PROPUESTA DE UN ADOBRE MEJORADO

Resumen.....	v
Abstract.....	vi
Índice de Ilustraciones	xi
Índice de Esquemas.....	xiv
Índice de Tablas.....	xv
Índice de Anexos.....	xvii
CAPÍTULO 1	12
Generalidades.....	12
1.1 Problemática	12
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos	3
• Objetivo General	3
• Objetivo Especifico.....	3
1.4 Hipotesis	3
1.5 Metodología	4
CAPÍTULO 2	8
Marco Teórico	8
2.1 Arquitectura vernácula	8
2.2 Sistemas constructivos.....	9
• Sistemas tradicionales	21
○ Sistemas de tierra	23
• Sistema constructivo prefabricado	29
2.3 Fibra.....	32

2.3.1 Fibras naturales	33
• Fibras de origen natural	35
• Fibras de origen vegetal.....	36
• Fibras de origen mineral.....	377
• Fibras de origen animal.....	388
2.4 Propiedades de fibras naturales en la construcción.....	39
2.5 Marco histórico.....	42
2.5.1 Antecedentes de la construcción en el cantón Loja.	44
2.5.2 Los sistemas constructivos en el cantón Loja	38
2.6 Marco legal.....	52
2.7 Casos referenciales.....	56
CAPÍTULO 3	47
Tecnologías utilizadas para la elaboración de sistemas ancestrales.....	47
3.1 Análisis de fibras naturales en el cantón Loja.	48
3.2 Análisis de sitio de producción de las fibras naturales cantón Loja.....	48
CAPÍTULO 4	53
Diagnóstico	53
4.1 Cuadro de registro de las fibras naturales del cantón Loja.	58
4.2 Resumen diagnóstico sistemas constructivos fibras naturales	60
CAPÍTULO 5	66
Metodología de selección de muestra.....	66
5.1 Selección de fibras naturales	67
5.1.1. Fibra del café.....	67
Obtención de cascarilla de café	73
5.2 Selección de sistema constructivo	75

CAPÍTULO 6	77
Propuesta.....	77
6.1 Procedimiento para la elaboración del molde	78
6.2 Procesos elaboración sistemas constructivos con fibras naturales.....	81
6.3 Herramientas para pruebas de laboratorio.....	87
6.3.1 Prueba de granulometría.....	88
6.3.2 Prueba de resistencia a compresión	100
CAPÍTULO 7	110
Conclusiones.....	110
Recomendaciones	112
Bibliografía	113

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Vivienda vernácula en Susudel.....	20
Ilustración 2. Utilización de madera	23
Ilustración 3. Muro de tapia.....	24
Ilustración 4. Muro de bahareque.....	25
Ilustración 5. Ladrillo de adobe	26
Ilustración 6. Adobe cónico	26
Ilustración 7. Adobe plano convexo	27
Ilustración 8. Molde para el adobe	28
Ilustración 9. Paneles prefabricados	30
Ilustración 10. Bloque de hormigón.....	30
Ilustración 11. Hormigón pretensado	31
Ilustración 12. Acero	31
Ilustración 13. Aluminio	32
Ilustración 14. Fibra de lino	36
Ilustración 15. Fibra de vidrio	37
Ilustración 16. Fibra de oro.....	37
Ilustración 17. Fibra de lana	38
Ilustración 18. Fibras animales.....	38
Ilustración 19. Vivienda neolítica.....	42
Ilustración 20. Vivienda de África	43
Ilustración 21. Planos de crecimiento poblacional de Loja	44

Ilustración 22. Vivienda de la parroquia Chuquiribamba	47
Ilustración 23. Muestra de adobe tradicional, vivienda Malacatos	73
Ilustración 24. Rotura de muestra de la vivienda de Malacatos	75
Ilustración 25.- Plantaciones de café	80
Ilustración 26.- Plantas de café	80
Ilustración 27.- Despulpadora de café.....	81
Ilustración 28.-Secado del café	81
Ilustración 29.-Cascarilla de café	82
Ilustración 30. Ubicación de la Piladora León	84
Ilustración 31. Molde	89
Ilustración 32. Colocación de clavos en el molde.....	90
Ilustración 33. Medidas del molde	90
Ilustración 34. Obtención de tierra de la cantera.....	92
Ilustración 35. Obtención de la cascarilla de café	92
Ilustración 36. Incorporación de agua	93
Ilustración 37. Mezcla de la materia prima.....	94
Ilustración 38.- Elaboración del bloque	95
Ilustración 39. Proceso de secado de la muestra.....	96
Ilustración 40. Muestra 1	97
Ilustración 41. Equipo a utilizarse para la granulometría.....	99
Ilustración 42. Tamices	99
Ilustración 43. Equipo utilizado para la resistencia a compresión	101

Ilustración 44. Verificación de medidas	101
Ilustración 45. Verificación que la muestra no tenga fisuras	102
Ilustración 46.....	103
Ilustración 47. Colocación del bloque para comprobación de resistencia ..	106
Ilustración 48. Falla de muestra de vivienda 1	108
Ilustración 49. Falla de muestra mejorada	108

Índice de esquemas

Esquema 1. Cuadro de metodología.....	4
Esquema 2. Cuadro de métodos.....	7
Esquema 3. Clasificación de sistemas constructivos	21
Esquema 4. Clasificación de fibras naturales.....	35
Esquema 5. Viviendas en el área urbana	45
Esquema 6. Vivienda en el área rural	46
Esquema 7. Total de materiales en viviendas.....	38
Esquema 8. Sistemas más utilizados.....	39

Índice de tablas

Tabla 1. Características de elementos constructivos con fibras naturales ...	40
Tabla 2. Referente ladrillo con tierra cruda en Europa.....	56
Tabla 3.- Referente de panel de bagazo.....	57
Tabla 4. Producción de cultivos para fibras naturales.....	60
Tabla 5. Parroquias urbanas y sitios de producción de fibras naturales	60
Tabla 6. Parroquias rurales y sitio de producción de fibras naturales	62
Tabla 7. Materiales en las parroquias rurales	64
Tabla 8. Sistemas constructivos de mayor uso parroquias rurales	66
Tabla 9. Fibras naturales en el Cantón Loja	68
Tabla 10. Mayor utilización de fibras naturales en el Cantón Loja	69
Tabla 11. Sistemas constructivos y fibras naturales más utilizados.....	71
Tabla 12. Pruebas de resistencia a la compresión muestra de adobe Malacatos.....	74
Tabla 13. Provincia de Loja área cafetalera y de producción 2012.....	78
Tabla 14. Medidas de bloque.....	88
Tabla 15. Dosificación primera muestra.....	96
Tabla 16. Pruebas de resistencia a la compresión en adobe.....	105
Tabla 17. Cuadro comparativo de sistemas constructivos tradicionales	107

Índice de anexos

Anexo 1.- Norma Ecuatoriana de la Construcción en estructuras de madera.	122
Anexo 2.- Encuesta del censo 2010 del total de viviendas con distintos materiales en el Cantón Loja.....	129
Anexo 3.- Encuesta del censo de 1990 del material de la pared de las viviendas del Área Rural	130
Anexo4.- Encuesta del censo del 2001 del material de las paredes de las viviendas del Área Rural.	134
Anexo 5.- Encuesta del censo 2010 del material de la pared de la vivienda del Área Rural.	138
Anexo 6.- Encuesta del censo de 1990 del material de pared de las viviendas del Área Urbanas	143
Anexo 7.- Encuesta del censo del 2001 del material de pared de las viviendas del Área Urbana	144
Anexo 8.- Encuesta del censo del 2010 del material de pared de las viviendas del Área Urbana	145
Anexo 9.- NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA.	146
Anexo 10.- Norma ASTM C 136 Método de ensayo de Granulometría	149
Anexo 11.- Pruebas Laboratorio de Muestras 1	155
Anexo 12.- Pruebas de laboratorio de Adobe Mejorado.	156

CAPÍTULO 1

Generalidades

1.1. Problemática

En el cantón Loja, los sistemas constructivos ancestrales, que entre sus componentes utilizan fibras naturales, datan desde el siglo XVI, los cuales respondían a una arquitectura vernácula que es caracterizada por el uso de adobe, bahareque, tapial y en cubiertas se utilizaba teja y paja, siendo las parroquias rurales como Chuquiribamba, Malacatos y Vilcabamba, zonas donde subsisten y predominan aún estas viviendas. Esta realidad es diferente en la zona urbana de la ciudad de Loja, donde estas edificaciones solo se aprecian en ciertos sitios de la ciudad, formando parte del patrimonio cultural inmueble.

La pérdida de elaboración y costumbres ancestrales, debido a la aparición de nuevos sistemas constructivos prefabricados e industrializados, que han ido apareciendo en los últimos años, han provocado una desvalorización de lo tradicional, lo que conllevó a la disminución significativa de fibras (paja, yute, cabuya), como de elementos para mampostería a base de tierra, lo que ha provocado un cambio de la imagen urbana en algunas parroquias del cantón Loja.

Para poder medir o comparar el impacto que se podría generar al rescatar sistemas constructivos ancestrales, es necesario contar con un diagnóstico de las construcciones efectuadas en el cantón Loja, en las cuales se utilizaron fibras naturales, determinando ventajas y desventajas con relación a los sistemas constructivos utilizados en la actualidad, información base, necesaria para

orientar en la generación de una propuesta de sistema constructivo, que en el marco del desarrollo sustentable pueda ser atractivo para el mercado local de la construcción.

1.2. Justificación

La presente investigación tiene como alcance la determinación de utilización e identificar los sistemas constructivos tradicionales empleados en el cantón Loja, el mismo que está dividido políticamente en seis parroquias urbanas y 13 parroquias rurales, información que servirá de base para emplear un método experimental que permita generar una propuesta que apoye al rescate de saberes ancestrales.

La reutilización de la materia prima de manera sustentable y equilibrada, así como de la tecnología constructiva ancestral en el cantón Loja permitirá generar mayor conocimiento y apoderamiento de la identidad cultural, realizando mayor conocimiento donde se informe sobre la potencialidad y los beneficios que pueden tener estas formas constructivas a base de tierra y fibras naturales, tanto dentro del cantón Loja como en todo el país.

El desarrollo del cantón va desde la sostenibilidad de sus procesos evolutivos, para que el mismo sea consumido y se puedan potencializar los recursos propios de la zona para lograr su mejoramiento.

1.3. Objetivos

- **Objetivo general**

Reconocer los sistemas tradicionales que emplean fibras naturales en el cantón Loja y en base a esto proponer una alternativa de sistema constructivo con fibra natural mediante el uso de la cascarilla de café.

- **Objetivos específicos**

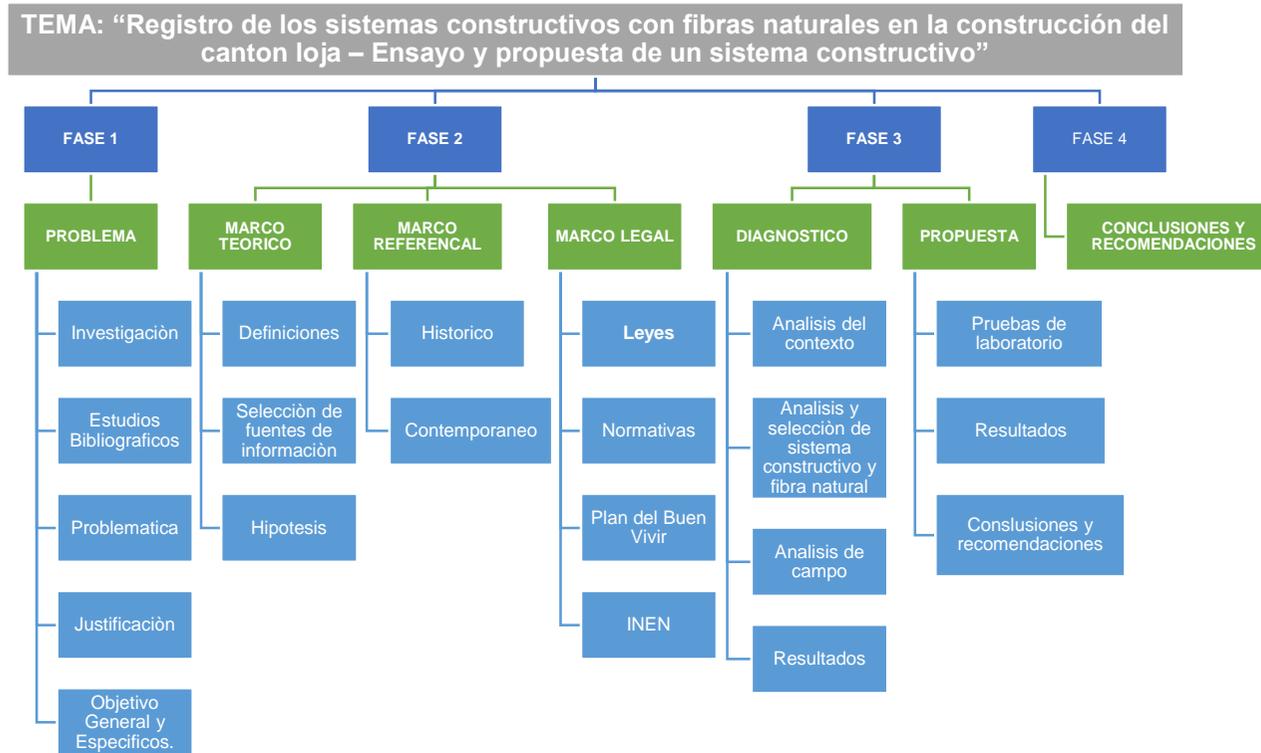
- Identificar las características y el tipo de fibras naturales más utilizadas en los diferentes sistemas constructivos en el cantón Loja y optar por una para la realización de un bloque.
- Elaborar la propuesta de un elemento que forme parte de un sistema constructivo en el cual se pueda emplear fibra natural.

1.4. Hipótesis

La utilización de un sistema constructivo con fibra natural será una alternativa para la construcción y a la vez contribuirá a mejorar la habitabilidad en el cantón Loja.

1.5. Metodología

Esquema 1. Cuadro de metodología



Fuente: la autora

Elaboración: la autora

• Diseño de la investigación

1. Planteamiento del problema.
2. Revisión histórica, bibliografía y documental.
3. Planteamiento de objetivo general y específicos.
4. Selección documental y fuentes de información.
5. Estudio, análisis y selección de tipos de investigación.
6. Elaboración y estructuración de marco teórico.
7. Fase de experimentación, evaluación y trabajo de campo.
8. Conclusiones y recomendaciones.

La investigación se desarrollará en el cantón de Loja, y podrá ser utilizada como fuente bibliográfica para el sector de la construcción de nuevas edificaciones, que estén dispuestas a incluir sistemas constructivos con fibras naturales, pero se deberá analizar su evolución por medio de datos e información y verificar que en la actualidad existe producción de este tipo.

Los resultados de esta metodología de investigación nos ayudarán a comprobar los cambios en la producción durante los últimos años y en la construcción de viviendas con este tipo de sistemas. Por el progreso de estos sistemas constructivos se debería enfocar a la propia conservación de los recursos naturales y así se obtendrá un equilibrio en lo económico, tiempo de vida de la edificación y disminución de contaminación de la construcción de las edificaciones.

● Métodos de investigación

Dentro de la metodología existe una modalidad de investigación que se la va a realizar de tipo explorativo donde la relación determina:

Método Explorativo. Análisis de información obtenida por encuestas realizadas por (INEC, 2010), con lo que se obtuvo información de las viviendas, los tipos de sistemas constructivos con las que fueron levantadas y cómo ha sido su conservación hasta la actualidad.

Método Descriptivo. Recoger y analizar la información que se obtuvo por medio del método de observación. Como su nombre lo indica, ayuda a describir las diferentes situaciones que ocurren en el sector.

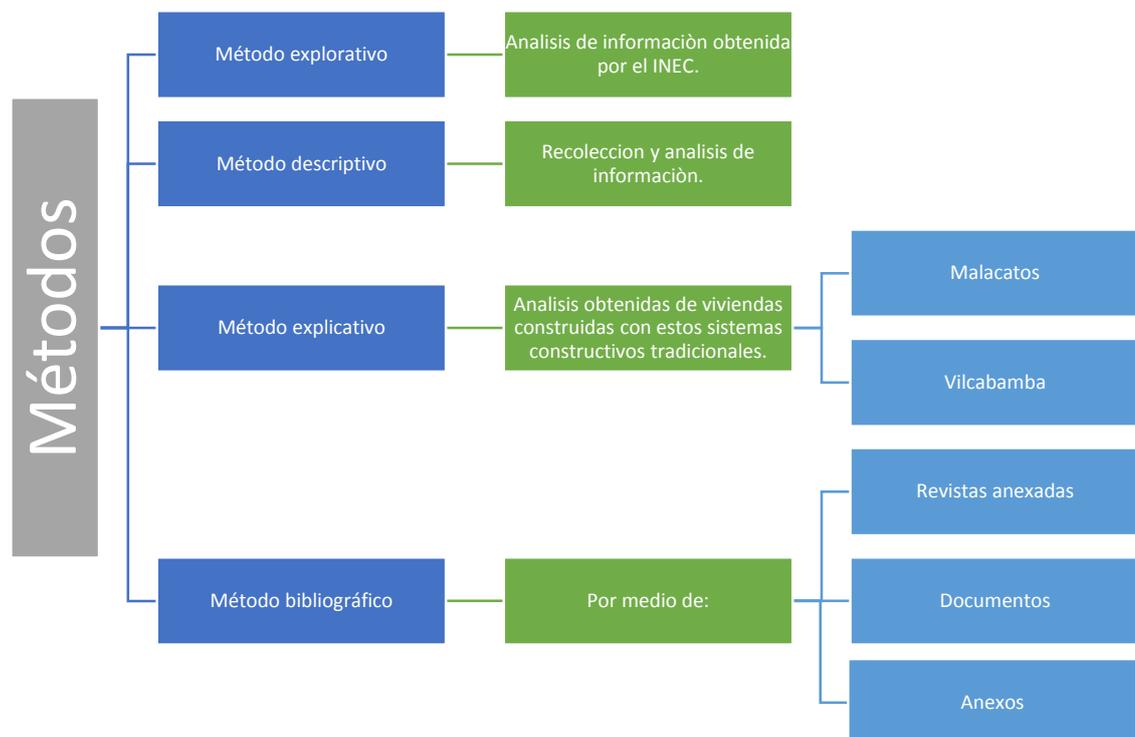
La comprobación de las características del adobe con pruebas de laboratorio mediante la rotura para conocer la resistencia a compresión que tiene el bloque, ensayo de tipo de suelo de la muestra experimental y de una pieza ya elaborada para conocer sus condiciones físicas y químicas.

Método Explicativo. Se obtuvieron muestras de adobe de viviendas de algunas parroquias como Malacatos (muestra 1) y Vilcabamba (muestra 2) del cantón Loja, que son las que constan con un nivel alto de viviendas construidas en tierra, para luego realizar un respectivo análisis y pruebas de laboratorio; de acuerdo a los resultados obtenidos se busca mejorar el producto (adobe) para obtener una buena producción y una mejor calidad.

Método Comparativo. La obtención de dos muestras, una muestra es de una vivienda ya construida y la otra muestra de un adobe mejorado, para luego ser llevadas a una prueba granulométrica donde nos ayudará a establecer parámetros de calidad de áridos.

Método Bibliográfico. Reunir información existente, ya sea de revistas anexadas, libros donde se hable cerca de los temas competentes.

Esquema 2. Cuadro de métodos



Fuente: la autora.

Elaborado por: la autora

CAPÍTULO 2

Marco teórico

2.1. Arquitectura vernácula

La arquitectura vernácula, o también denominada arquitectura sin arquitectos por Rudolfsky, no es más que la respuesta a la necesidad básica del ser humano a cobijarse del clima.

A lo largo de la historia la arquitectura vernácula ha sido el ejemplo de técnicas constructivas apropiadas a un sector o región determinado, utilizando materiales y recursos cercanos y de fácil acceso, con la única finalidad de obtener un confort en la vivienda o edificación. El manejo de sombras, del viento, calor, ventilación, de manera natural y tomando en cuenta el clima, hacen que este tipo de edificaciones, en su mayoría viviendas, reduzcan al máximo el consumo de energía proveniente de fuentes artificiales para proveer al edificio de luz o climatización (Yepez Tambaco, 2012).

• Características de la arquitectura vernácula

Su construcción era elaborada por moradores del mismo sector.

Utilización de materiales de la zona, fácil de conseguir.

Su forma de construcción era modular y la utilización de herramientas eran las básicas.

Ilustración 1. Vivienda vernácula en Susudel



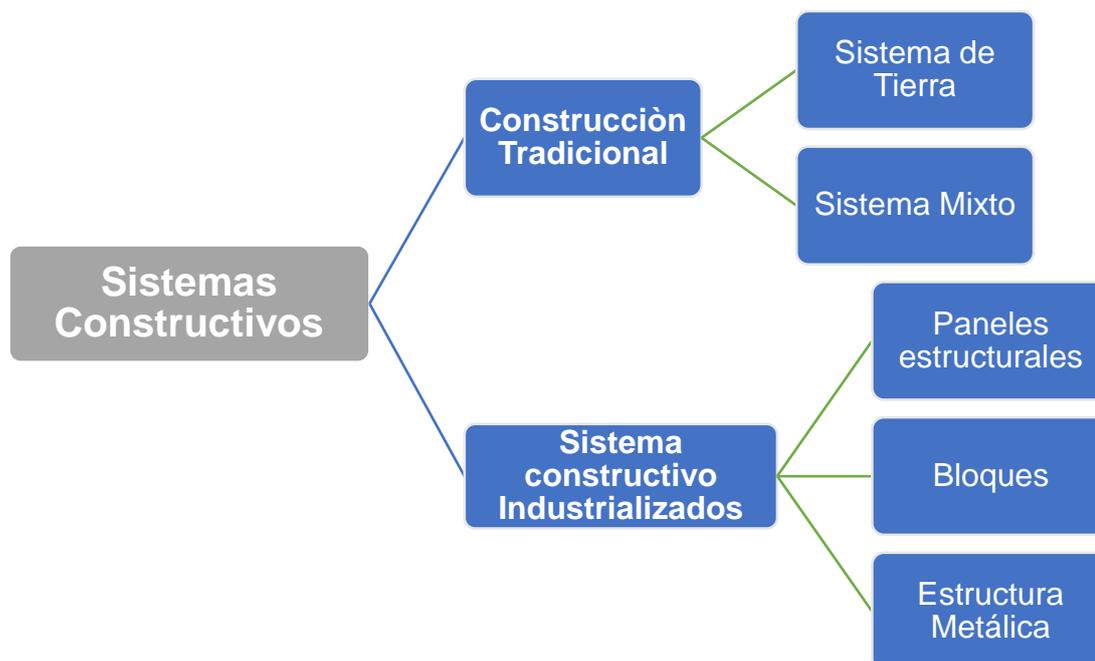
Fuente: (Elaboración, 2014)
Elaborado por: la autora

2.2. Sistemas constructivos

Es un conjunto de elementos, materiales, técnicas, herramientas, procedimientos y equipos, que son característicos para un tipo de edificación en particular. Un ejemplo claro de un elemento es el denominado “ladrillo”. Esta pieza permite levantar mampostería. Además, tiene la facultad de crear numerosas formas, con la misma pieza, como bóvedas, arcos, etc. (Tapia Y. , 2012).

Los tipos de sistemas constructivos:

Esquema 3. Clasificación de sistemas constructivos



Fuente: la autora
Elaborado por: la autora

La tierra, como material constructivo, es valorada cada vez más como base por su tradición constructiva y por sus características.

• Sistemas tradicionales

Es una colección de materiales que trabajan en conjunto para formar un solo elemento, que se ha transmitido de generación en generación. Su forma rústica con acabados naturales, con mano de obra no calificada, herramientas tradicionales, fácil montaje, varía dependiendo del lugar. Los materiales predominantes dentro del cantón Loja en la zona urbana son ladrillo, bloque, materiales prefabricados; en las zonas rurales son la madera, el adobe, el tapial y el bahareque, provocando así una armonía.

Se puede observar una gran diversidad de técnicas, no solo en la producción del material sino también en sus aplicaciones como es el adobe, tapial y el bahareque siendo estos los sistemas constructivos más conocidos (Esquenet., 1986).

▪ **Madera**

La madera ha sido utilizada como base de la construcción a lo largo de la historia, desde la materia prima que a través de diversas transformaciones se convierte en subproductos derivados de ésta, así como en acabados y herramientas, tanto decorativas como de trabajo; la nobleza del material permite ser utilizado en su forma más pura hasta la más elaborada, proporcionando una flexibilidad de uso que potencia la cantidad de aplicaciones posibles, así como las grandes ventajas ambientales que ofrece. La madera, como elemento constitutivo de estas arquitecturas particulares, propone un desarrollo dinámico, donde su base articulada es un recurso natural renovable. Sus particularidades de vulnerabilidad, frente a las condiciones ambientales, son motivos para construir comportamientos de identidad con un oficio y vocación arquitectónica, donde se identifican modos de vida poco convencionales, es así como la madera, en la clasificación de material vernáculo es capaz de constituirse en identidad de estos peculiares asentamientos (cultura de la madera) (Vásquez & Avellaneda, 2005).

Se clasifican en algunos grupos:

- Blandas
- Muy blandas

- Semiduras
- Duras y
- Muy duras

La dureza de la madera es la resistencia que opone a la penetración de otros cuerpos como clavos, tornillos, entre otros.

Ilustración 2. Utilización de madera



Fuente: (Viatour, 2006)
Elaborado por: (Viatour, 2006)

• Sistemas de tierra

▪ Tapia

Consiste en tierra amasada y apisonada en un encofrado, la compactación se debe realizar mientras la mezcla se encuentra húmeda formando muros

monolíticos. La tapia se la realiza a partir de un sobre cimiento de piedra, ladrillo u otros materiales, que eviten la ascensión del agua por capilaridad (S, 2012).

Ilustración 3. Muro de tapia



Fuente: (Elodiewallers, 2014)

Elaborado por: (Elodiewallers, 2014)

▪ Bahareque

Es un sistema tradicional más antiguo, en comparación con el adobe y el tapial. Consiste en paredes de caña, madera y tierra, ha sido una solución al hábitat constructivo de muchas culturas (Alberto Mario Angulo Florez, pág. 32).

Tiene una estructura de ramas tejidas o pórtico de madera relleno con cualquier material, donde se coloca a los lados una pasta uniforme de tierra, utilizada como recubrimiento (Esquenet., 1986).

Ilustración 4. Muro de bahareque



Fuente: (Cactus, 2013)
Elaborado por: (Cactus, 2013)

▪ Adobe

Su fabricación se daba generalmente con ciertas características, como elaboración en sitio de la construcción, fácil obtención de la materia prima ya que es una mezcla de barro, que está compuesta por arcilla y arena mezclada con paja, puesta en moldes y secada al sol, pero esto también varía del clima y se lo deja secar entre 7 a 17 días (S, 2012).

Ilustración 5. Ladrillo de adobe



Fuente: (Salinas, 2014)
Elaborado por: (Salinas, 2014)

- **Clasificación de acuerdo a su forma**

Adobe cónico: es hecho de barro y a mano, se los coloca de forma horizontal en el muro con la punta hacia adentro y la base hacia afuera (Esquenet., 1986).

Ilustración 6. Adobe cónico



Fuente: (Carbonel, 2012)
Elaborado por: (Carbonel, 2012)

Adobe tronco cónico: hecho de barro y a mano deleznable. Su proceso de elaboración se puede evidenciar que una superficie rugosa y huellas de dedos del adobero.

Adobe plano convexo: hecho a mano y con barro, se los colocaba en muros la parte plana hacia abajo y el lado convexo hacia arriba, formando hiladas superpuestas y aseguradas con morteros de barro (Esquenet., 1986).

Ilustración 7. Adobe plano convexo



Fuente: (Tsai, 2014)
Elaborado por: (Tsai, 2014)

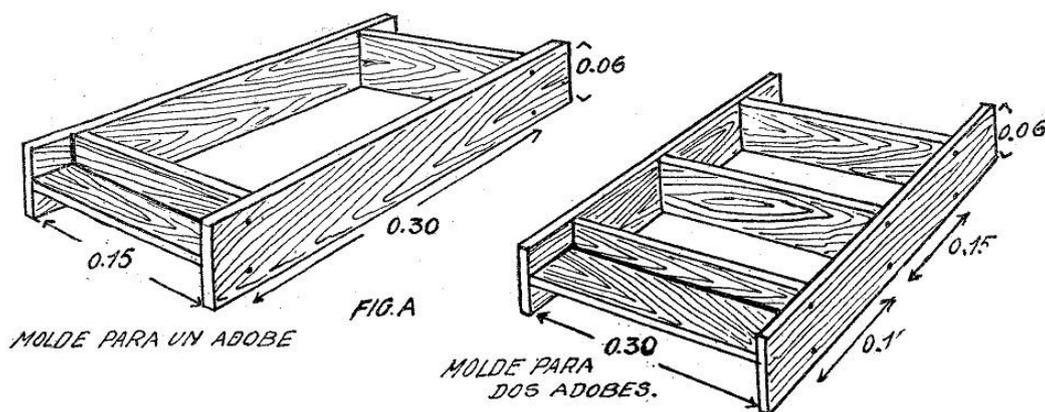
Adobe paralelepípedo: hecho con barro y a mano, es compactado y pesado; en ocasiones se le agrega pequeñas piedras, paja, estiércol (Esquenest., 1986). Se ha ido mejorando la forma hasta llegar a una forma cuadrada.

El paralelepípedo es el de mayor utilización a lo largo de la historia y el que todavía se sigue utilizando.

• Características del adobe

- Capacidad de regular la temperatura interna de la edificación, conserva fresca en verano y suministra calor en invierno.

Ilustración 8. Molde para el adobe



Fuente: (Ruzzier, 2013)
Elaborado por: (Ruzzier, 2013)

Para la elaboración de bloques como el adobe se debe tener en cuenta que la norma peruana NTE E.080, propone que deben tener los siguientes porcentajes en volumen para un bloque de adobe:

- Arcilla de 10 a 20 %
- Limo de 15 a 25 %
- Arena de 55 a 70 %

De acuerdo a la Norma E.080 de Perú, en el artículo 5.- Requisitos de los materiales para la construcción de edificaciones de tierras reforzadas, nos hace referencia a los siguientes puntos:

- Tierra: debe verificarse que la tierra contenga adecuada presencia de arcilla mediante las pruebas, la misma que se debe encontrar libre materia orgánica (Ministerio de Vivienda).

La estabilización del adobe depende de dos factores:

- Granulometría equilibrada y controlada. Una buena distribución de la granulometría permite que las partículas no se muevan tanto entre ellas. Para esto se realiza una mezcla de diferentes tierras que permitan la obtención de un mejoramiento en su consistencia.
- Factor de pegamento. La proporción de arcilla que se haya mezclado aumenta la consistencia al momento de sacar del molde (Esquenest., 1986).

• **Sistemas constructivos industriales**

El sistema constructivo prefabricado es un método industrial en el cual son producidos elementos grandes o ya sea por partes, su montaje se lo realiza en fábrica o en la obra misma. Entre ellos tenemos:

- Según su formato

Paneles. Constituyen placas, su diferencia es el grosor y su superficie, como la placa para fachadas, placa de yeso, antepecho. Se los utiliza para muros divisorios.

Ilustración 9. Paneles prefabricados



Fuente: (Novidesa, s.f.)
Elaborado por: (Novidesa, s.f.)

Bloques. Son bloques compactados de hormigón, que se los utiliza comúnmente en la construcción de muros.

Ilustración 10. Bloque de hormigón

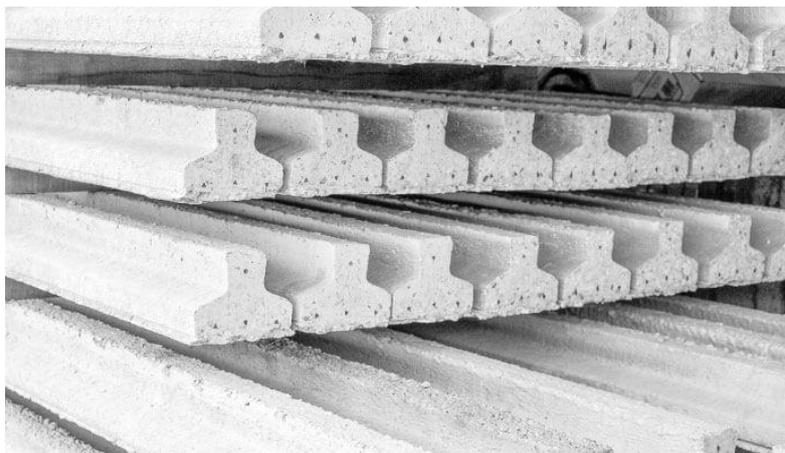


Fuente: (Mooney, 2016)
Elaborado por: (Mooney, 2016)

Elementos finos. Son secciones transversales en los que su longitud es reducida, como las vigas, columnas, pilotes, etc.

- Según los materiales:
 - Hormigón armado
 - Hormigón pretensado
 - Acero
 - Aluminio
 - Plástico

Ilustración 11. Hormigón pretensado



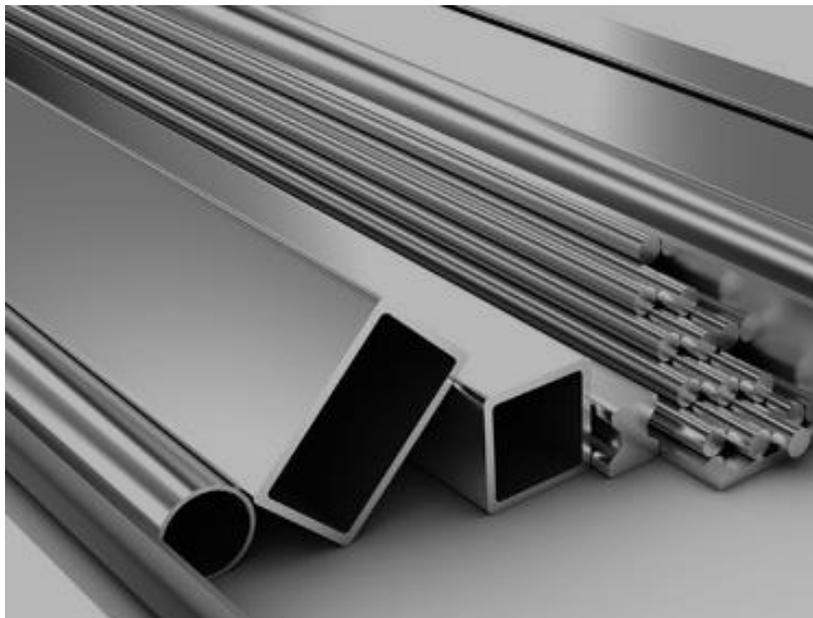
Fuente: (idb, s.f.)
Elaborado por: (idb, s.f.)

Ilustración 12. Acero



Fuente: (Ainox Sas AINOX SAS, 2016)
Elaborado por: (Ainox Sas AINOX SAS, 2016)

Ilustración 13. Aluminio



Fuente: (Cuprum , s.f.)

Elaborado por: (Cuprum , s.f.)

2.3. Fibra

Las fibras son elementos básicos de cualquier tejido y cada fibra posee unas características únicas de animal, vegetal o sintética. Estas fibras son hilos los que, mediante el hilado u otro proceso físico-químico, permiten la realización de un sinnúmero de tejidos. Cuanto más larga y fina sea la fibra, de mejor calidad será.

Los filamentos, sin embargo, son hebras continuas, por lo que su calidad va en función de su suavidad y resistencia. Sus composiciones son químicas y varían en su forma, estructura, tamaño y textura (Tuerca, 2016).

2.3.1. Fibras naturales

Se las denomina fibras naturales porque son obtenidas de plantas, pero solo se usa una parte de ellas ya que en algunos casos se utilizan las semillas, el tallo, las hojas y estas tienden a ser largas y delgadas y es de fácil doblez, algunas proporcionan una fuerza tensil. Tienen una semejanza al pelo y una cohesión molecular, la misma que hace que sea más fuerte que el plástico (Tuerca, 2016).

Las fibras tienen una clasificación la misma que se divide en tres clases, como:

- a) Fibras naturales
 - a. Origen natural.
 - b. Origen vegetal.
 - c. Origen mineral.
 - d. Origen animal.
- b) Fibras celulósicas
 - a. Fibras naturales trabajadas por el hombre.
- c) Fibras no celulósicas
- d) Fibras sintéticas

• **Ventajas de las fibras naturales**

Productivas

- Disponibilidad: mediante la producción agrícola se puede adquirir fibra en varias cantidades.

- Fácil procesamiento: su baja densidad facilita la recolección y su transportación.

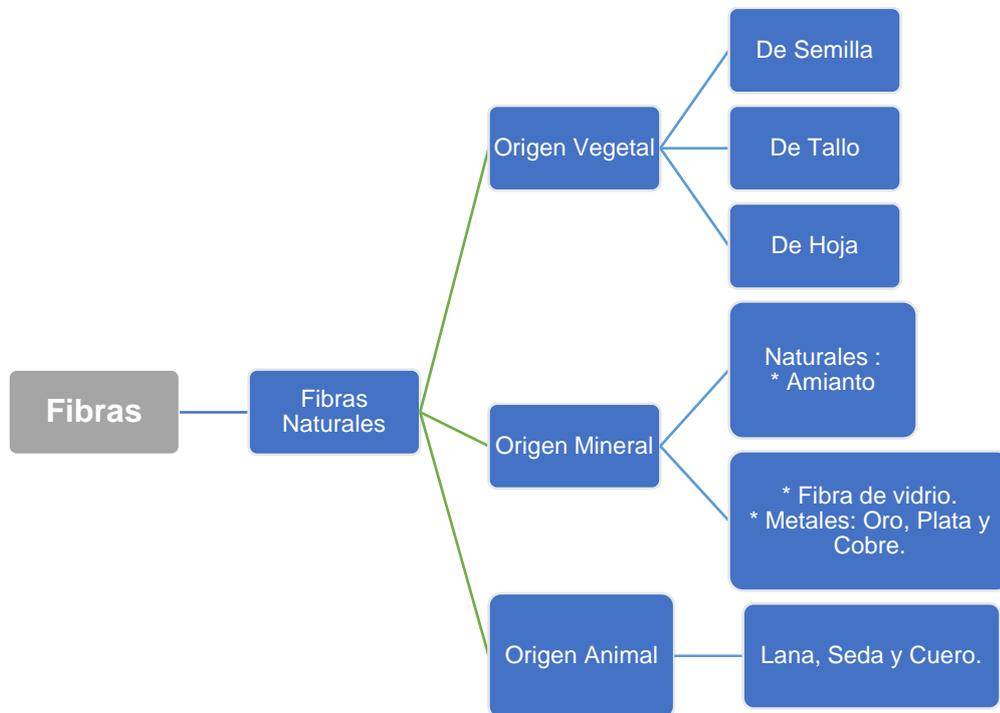
Físicas

- Los beneficios de su estructura porosas son:
 - Baja densidad
 - Aislante acústico
 - Aislante térmico
 - Resistencia estructural

• Propiedades de las fibras naturales

Son propiedades básicas de las fibras naturales: resistencia mecánica y elasticidad, es un buen absorbente de colorante, son amigables con el medio ambiente, tanto en producción, como producto final, y son buenas absorbiendo las vibraciones y los sonidos. Bajo costo por ser los desechos de las empresas procesadoras (Tuerca, 2016).

Esquema 4. Clasificación de fibras naturales



Fuente: la autora
Elaborado por: la autora

- **Fibras de origen natural**

Las fibras naturales son las que podemos encontrar en la naturaleza, pueden ser de origen vegetal, mineral y animal. El diámetro es apto para que sea transformado en hilo (Estella).

a) Origen vegetal:

- Algodón, lino, cáñamo, yute, esparto, etc.

b) Origen mineral:

- Vidrio, carbono o grafito.

c) Origen animal:

- Lana, seda, cuero, etc. (Estella).

- **Fibras de origen vegetal**

Las fibras de origen vegetal son celulosas y se las utiliza en industrias textiles; como fibras más importantes se tiene al algodón, lino y esparto. Su clasificación se la relaciona de acuerdo al aprovechamiento de fibras de la planta (Estella).

Su clasificación es:

- Fibras procedentes de frutos y semillas: algodón, coco, etc.
- Fibras procedentes del tallo: lino, cáñamo, ramio, yute.

Ilustración 14. Fibra de lino



Fuente: (Ojolin, s.f.)
Elaborado por: (Ojolin, s.f.)

- Fibras procedentes de las hojas: esparto, abacá o cáñamo, sisal (Tuerca, 2016).

- **Fibras de origen mineral**

Fibras de origen mineral son filamentos que se obtienen de minerales de estructura fibrosa. Se la utiliza como aislante térmico y protección contra el calor, como el amianto, vidrio, oro y plata (Estella).

Ilustración 15. Fibra de vidrio



Fuente: (admin, 2015).
Elaborado por: (admin, 2015).

Ilustración 16. Fibra de oro



Fuente: (Tejo lo que Hilo , s.f.)
Elaborado por: (Tejo lo que hilo , s.f.)

- **Fibras de origen animal**

Las fibras de origen animal son las que se obtienen del pelo, secreciones y el cuero de animales; son generalmente proteicas y el ser humano las ha utilizado desde tiempos prehistóricos para protegerse de las inclemencias del tiempo (Tuerca, 2016), como son lana de oveja, crin, seda y cuero.

Ilustración 17. Fibra de lana



Fuente: (Matías, 2017)
Elaborado por: (Matías, 2017)

Ilustración 18. Fibras animales



Fuente: (Tuerca, 2016)
Elaborado por: (Tuerca, 2016)

La fibra de lana tiene su estructura alargada, una serie de cadenas con forma de muelle, lo que le da una propiedad de elasticidad (Las fibras naturales de origen animal / II).

2.4. Propiedades de fibras naturales en la construcción

Los procesos de construcción del adobe, tapial y bahareque dependen principalmente de la cantidad de ladrillos que se vaya a necesitar para la construcción de la edificación, algunos ahorran tiempo, gastos. Para el proceso deben pasar por fases para la para su producción.

La selección del suelo no es específica ya que se puede utilizar cualquier tipo, por lo general se utiliza la tierra sobrante de excavaciones que se realicen en obra, o de un lugar cercano de la construcción para la elaboración de muros y bloques, esto se lo realizaba retirando la primera capa de tierra que contiene organismos vivos. Se lo pasa por un tamiz para retirar aún más las impurezas y obtener tierra libre de residuos. Se amasa hasta obtener una consistencia adecuada, mezclando la paja y moldeando a mano o utilizando moldes con las dimensiones que se requieran. Una vez llenos los moldes se dejan secar por unas horas hasta que la mezcla esté lista para ser retirado el molde. El secado puede variar dependiendo del clima y esto lleva un tiempo estimado de cuatro semanas.

Tabla 1. Características de elementos constructivos con fibras naturales

Elementos constructivos	Fibras naturales	Características
-	Algodón	Aislante térmico. Sirve como aislante acústico, se mezcla con boro y la acústica mejora en comparación con la fibra de vidrio.
-	Balsa	Es un material resistente, un buen tratamiento hace que su durabilidad sea de mucho más tiempo.
Paneles para cielo raso, industria papelera. Muros	Bagazo	El adobe con bagazo: por medio de esta mezcla se obtienen muros de mayor resistencia, erosión, flexión lo cual es un material resistente ante los sismos.
Estructura, mobiliario.	Bambú	Resistencia. Su producción puede durar 6 años. Debe tener un buen curado contra insectos, para que tenga mayor durabilidad. Más dureza que la madera.
Tableros, bloques.	Banano	Resistencia, fácil de moldear. Fácil de procesamiento.
Estructuras (mampostería)	Bahareque	Mayor resistencia, flexión. Mínima absorción de humedad al momento de ser puesto en obra.
Bloque para muros	Cascarilla del cacao	Resistencia.
Bloques para muros.	Cascarilla de café	Resistencia, aislante térmico.
-	Cascarilla del arroz	Resistencia, mejor adherencia con otros componentes de construcción.
Refuerzo de bloques y losa.	Coco	La mezcla de fibras de coco + cemento se lo puede utilizar en losa, como madera contrachapada, en paneles de malla de usos decorativos.

		Su longitud va a los 10 cm y su utilización es de forma transversal y así se obtienen mejor las propiedades mecánicas.
Sogas, bloques de abobe o tapial.	Cabuya	Resistencia, rigidez y durabilidad.
Decorativo, cerramiento. Andamios, entechado y encofrado.	Carrizo	Es sostenible, genera diferentes sistemas decorativos, el mismo que necesita un curado contra insectos. Aislante térmico. Apoyo en la construcción de edificaciones.
-	Ceibo	Resistencia. Su montaje en obra es rápido y su mayor utilización es en pasamanos, molduras, etc.
Estructuras, cerramientos, andamios y encofrado.	Guadua	Gran flexibilidad, resistencia y elasticidad. Evitar la mayor incidencia del sol.
Estructura de cubierta, soporte vertical (portal).	Madera	Se lo denomina MDF y en algunos casos se utilizan las fibras de madera. Requiere poco gasto energético en cuanto a su fabricación y transporte. Es un buen aislante térmico. Es ligera y tiene buena resistencia al peso. Su montaje es rápido.
-	Tallo del maíz	Realizando una mezcla del concreto con el tallo de fibra de maíz tienen una mayor resistencia
Refuerzo para bloque de adobe.	Paja toquilla	Al mezclar con tierra la fibra natural le da una mejor adherencia para la elaboración de boques.
Refuerzo para bloques de adobe o tapial.	Penco	Mayor resistencia, flexión. Se lo mezcla con barro (tierra) y se lo puede utilizar para entechado de viviendas.
	Yute	Moderada retención de humedad.

		<p>Se lo puede mezclar con otras fibras o materiales para obtener mayor resistencia.</p> <p>Aislante y antiestático.</p> <p>Tiene baja conductividad térmica.</p>
--	--	---

Fuente:

Elaborado por: la autora

2.5. Marco histórico

En la prehistoria los seres humanos construyeron viviendas con materiales naturales a base de tierra y de fibras naturales, como desechos de ramas y troncos de árboles o trenzados de fibras. Los procesos de construcción con tierra han demostrado su variabilidad a lo largo de los siglos (Argilés, 1992).

- **Neolítico.** Los primeros vestigios de construcción en tierra fueron en Mesopotamia y en Egipto hace 10 000 años. En las ciudades más antiguas se construyeron edificios que eran colectivos de 10 m de diámetro con tierra cruda.

Ilustración 19. Vivienda neolítica



Fuente: (Revista digital apuntes de arquitectura, 2011)

Elaborado por: (Revista digital apuntes de arquitectura, 2011)

- África, sus viviendas rurales están hechas de tapial o de adobe, su cubierta es de vegetal o de tierra con madera. La técnica de tapial se desarrolló en Camerún.

Ilustración 20. Vivienda de África



Fuente: (Mundial, s.f.)
Elaborado por: (Mundial, s.f.)

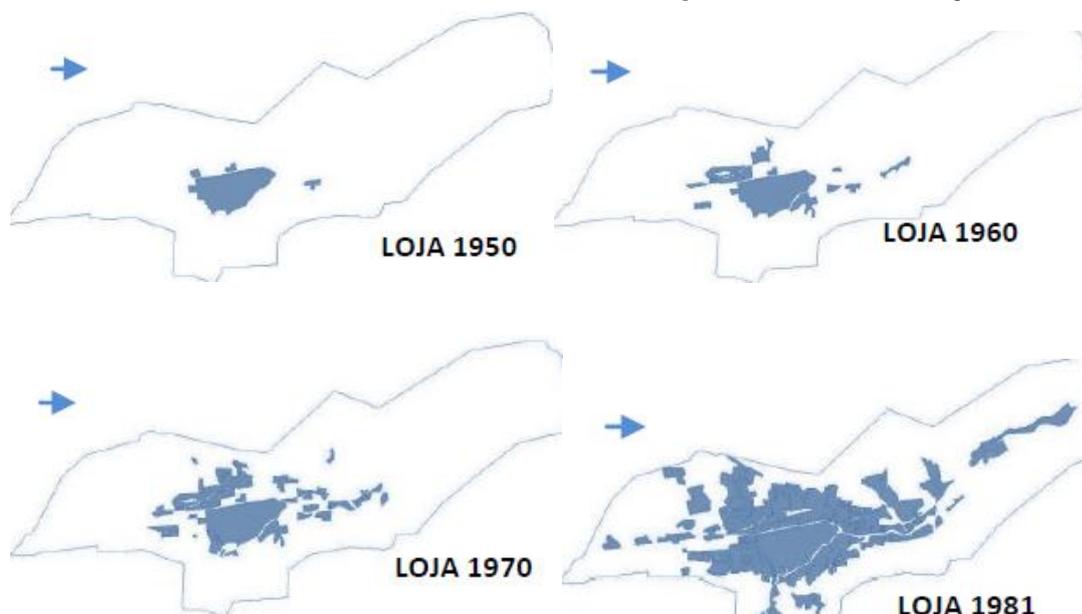
- El tapial es una técnica muy conocida en china ya que la Gran Muralla se la realizó con esta técnica en gran parte.
- En América el uso de adobe se produjo en el año 3 000 a.C. en Chimaca, Perú. Durante la colonización el adobe fue una solución para la construcción de viviendas en zonas remotas (Atilano, 2017).
- Del año 6 000 al 539 a.C. la arcilla, conseguida en grandes cantidades en el río, se convirtió en uno de los elementos principales de las construcciones en la antigua Mesopotamia y Palestina, donde existía escasez de madera y piedra. En el año 3 000 a.C. se construyeron templos, palacios, casas de reyes, como los zigurats (un tipo de

construcción antigua de la época Mesopotamia con forma de pirámide escalonada) (Argilés, 1992).

- En el siglo XIX en el continente europeo y americano tomaron mayor importancia las construcciones civiles con mampostería de ladrillo por los procesos de industrialización (revolución industrial en Europa) que se generaban en esa época. También ocurrieron grandes avances en la ladrillera, es decir el remplazo de los tradicionales hornos hormigueros (hornos de cocción formados por carbón y ladrillo seco recubierto de tierra) por hornos circulares y de túnel. Los avances en la industria ladrillera dieron paso al aumento de la producción y poseían características físicas determinadas y controlables (Argilés, 1992).

2.5.1. Antecedentes de la construcción en el cantón Loja

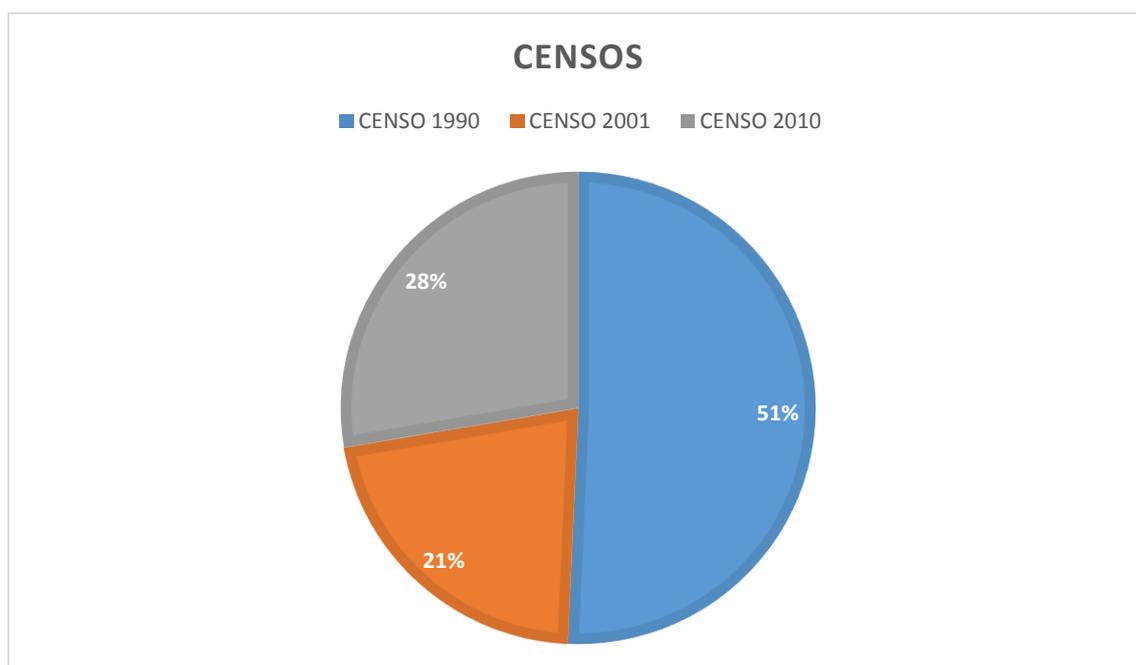
Ilustración 21. Planos de crecimiento poblacional de Loja



Fuente: (Cultural, Patrimonio Cultural Material, 2014)
Elaborado por: (Cultural, Patrimonio Cultural Material, 2014)

De acuerdo con los últimos censos que se han realizado en el país, se ha podido evidenciar que dentro del Área Urbana del Cantón Loja existían viviendas construidas con sistemas de tierra (adobe), pero con el pasar de los años se ha podido observar que este porcentaje ha ido bajando notablemente. En 1990 se registraron 7 162 casos de viviendas construidas con adobe, lo que representaba un 51 %; en el 2001 se registraron 3 055 viviendas con un equivalente de 21 % de viviendas en adobe; y, en el 2010 se registraron 3 910 viviendas construidas con adobe o tapia, con un equivalente a un 28 %.

Esquema 5. Viviendas en el área urbana

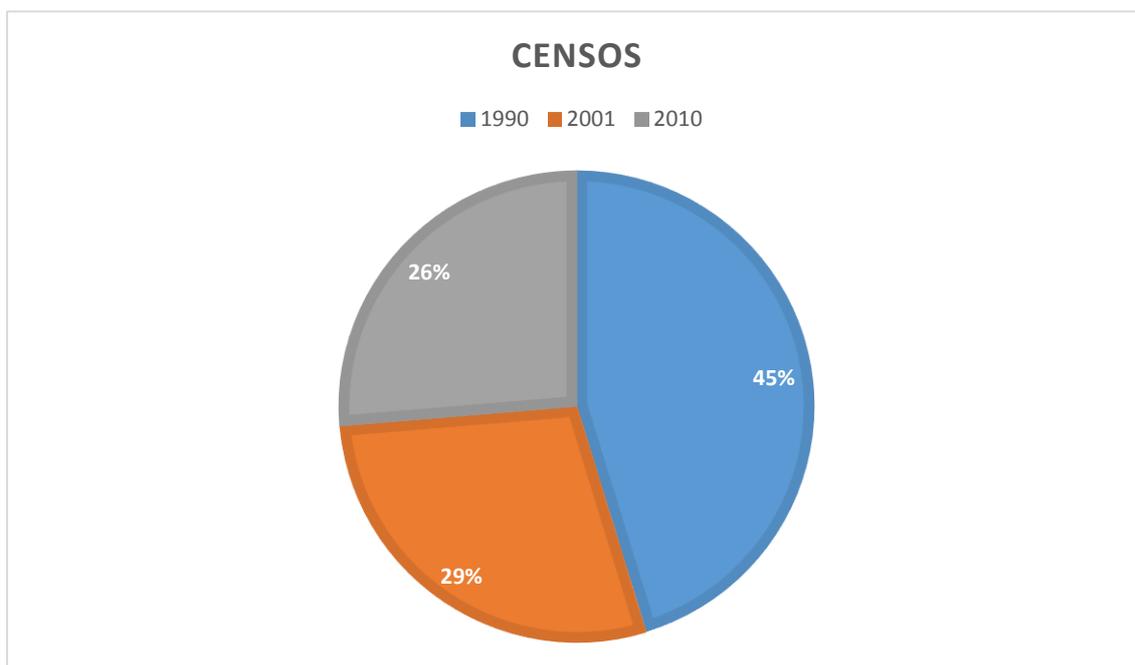


Fuente: (INEC, 2010)
Elaborado por: El Autor.

Las viviendas de adobe en el Área Rural han tenido un gran significado en el Cantón Loja, en los censos realizados se observó cómo ha ido bajando el índice de construcción de este tipo de vivienda de tierra, en comparación de los otros tipos de materiales que han ido aumentando. Para el 1990 se registraron

11 448 casos de viviendas con paredes de adobe, lo que equivalía a un 45 %; en el 2001 se reconocieron 7 180 casos lo que correspondía a 29 %; y, en el 2010 hubo 6 658 casos de viviendas con paredes hechas de adobe, lo que representó 26 %.

Esquema 6. Vivienda en el área rural



Fuente: (INEC, 2010)
Elaborado por: El Autor.

A la construcción de edificaciones en el Cantón Loja se la denominaba vernácula o tradicional desde el siglo XX, esto es una relación entre la sociedad y la naturaleza, la misma que ha predominado con la utilización de materiales tradicionales como el adobe, bahareque, tapial, y como fibras más utilizadas la paja, el yute, la cabuya en la construcción de mampostería, los que crearon una armonía en la urbe. Los sistemas constructivos y su desarrollo no solo son de conocimientos, experiencias para realizarlos sino de los materiales que pueden

ser útiles como la madera, arcilla, si se trabaja con adobe o tapial, fibras, que conservan alturas uniformes que van de acuerdo a la topografía del Cantón Loja, las mismas que suelen ser de uno o dos pisos. Se utilizaba el tapial, bahareque o adobe, cubierta de teja de barro cocido, a la madera se le colocaba barro para protección, entre sus características cuenta con estabilidad térmica en el interior de las viviendas para los lugares fríos, aislante del frío y del agua.

Ilustración 22. Vivienda de la parroquia Chuquiribamba



Fuente: (Cultural, Patrimonio Cultural Material, 2014)

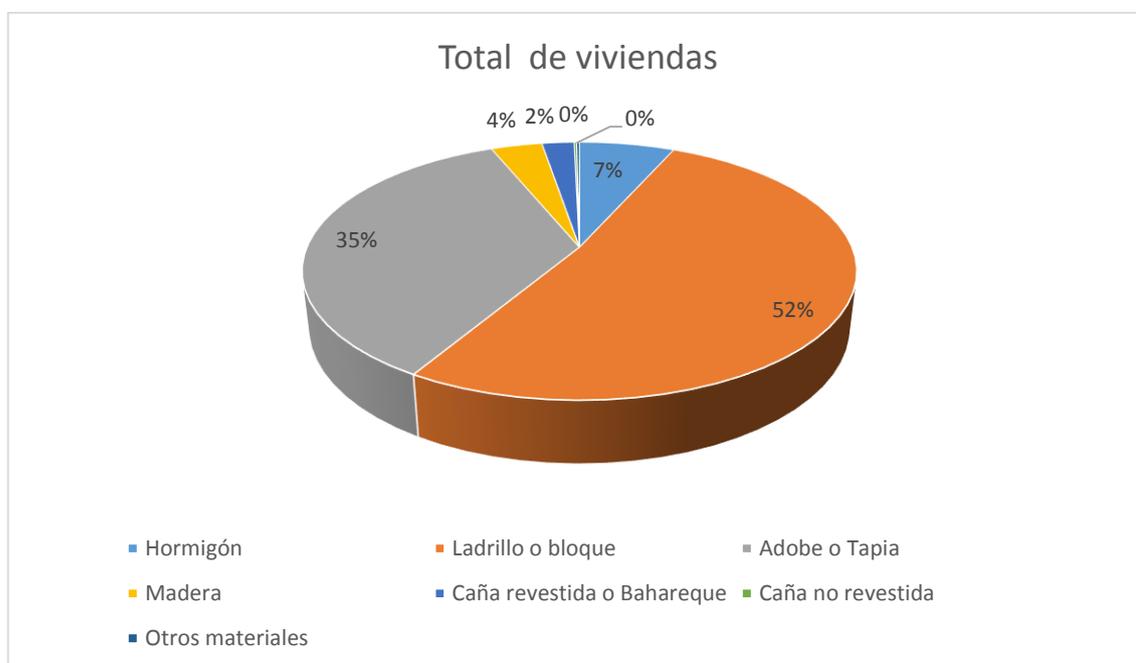
Elaborado por: (Cultural, Patrimonio Cultural Material, 2014)

Esta arquitectura responde a las necesidades y a las actividades productivas de sus habitantes, por lo que su arquitectura es tradicional, va acorde al entorno, conservando materiales y forma de construcción en el lugar que se lo va a desarrollar.

El censo del 2010 en el Cantón Loja determinó que en el área urbana y rural existía un total de 113 708 viviendas construidas con distintos materiales como el hormigón con un 7 %, con ladrillo 52 %, con adobe o tapia 35 %, en madera 4 %, caña revestida o bahareque 2 % y con cañas no revestida 2 %, por lo que se puede comprobar que las viviendas de mayor predominio dentro del Cantón Loja son las de ladrillo y las de adobe.

De acuerdo al material predominante que tienen las viviendas construidas se determina que en la zona urbana predominan viviendas construidas con ladrillo o bloque con un 71 % y con la cubierta de losa, y en la zona rural con un 62 % predominan las viviendas construidas con adobe o tapia, su cubierta es de teja.

Esquema 7. Total de materiales en viviendas



Fuente: El Autor.

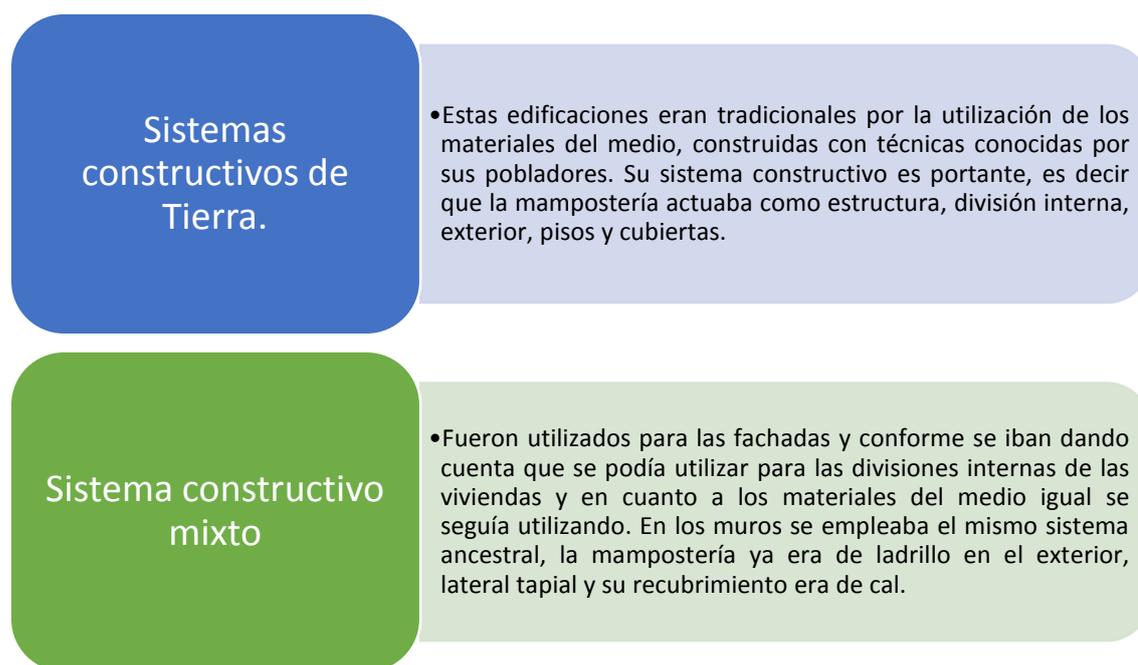
Elaborado por: El Autor.

2.5.2. Los sistemas constructivos en el cantón Loja

En el Cantón Loja la década de los sesentas del siglo XX tuvo una gran importancia por su aporte al desarrollo de la arquitectura de la tradicional a la moderna, siendo evidente una transformación en la ciudad. Esto fue uno de los primeros pasos para que los sistemas constructivos vayan evolucionando con rapidez y se obtengan nuevas técnicas de construcción.

Los sistemas más utilizados en esa época fueron los:

Esquema 8. Sistemas más utilizados



Fuente:
Elaborado por: El Autor.

Fue evolucionando la arquitectura con el paso de los años, con aspectos importantes como es lo social, cultural, económico y estético, y con estos cambios se han podido mejorar los sistemas constructivos utilizados en tiempos

ancestrales para poder darle paso a la Revolución Industrial, lo cual hizo que existieran cambios que ayudarían a su mejor desarrollo a la cultura del mundo. El hierro se lo produjo de una manera muy tradicional, cantidades pequeñas, el mismo que tenía muy poca acogida porque su proceso necesitaba bastante mano de obra y también produjo la tala de bosques para la obtención del combustible, para la construcción de barcos (Strike, 2004). Las mamposterías eran las estructuras y se las utilizaba con división de interiores de las edificaciones, como por ejemplo su estructura era con piedra, mortero de cal, arena y otra opción el barro y paja, el bloque de tapial y adobe también formaba parte de la estructura. La mampostería era conformada por adobe o tapial, carrizo, cabuya. El piso en la primera planta se colocaba piedra grande o ladrillos, los segundos pisos eran de madera al igual que las vigas. Las cubiertas por lo general eran de dos aguas para que tenga una fácil caída el agua lluvia, este era de estructura de madera y venía sobre puesta a teja. Sus ventanas eran de madera o metal y sus puertas eran de madera.

Con el pasar de los tiempos Ecuador fue mejorando estos sistemas constructivos con nuevas técnicas o implementación nuevos materiales, ya que las ciudades más grandes empezaron a expandirse mostrando una arquitectura diferente. Los primeros planos de urbanización que se ejecutaron en Quito, Guayaquil y Cuenca son proyectos individuales, cada ciudad era diferente y con el tiempo se fueron incorporando nuevos planes, tomando en cuenta todas las condiciones como las de suelo, los altos costos de las viviendas, se realizaron edificios en altura donde se transformó la imagen de la ciudad y a la sociedad, así lo exigía una sociedad porque cada vez eran más familias que se trasladaban

del área rural a la ciudad, los mismos que buscaban progreso y deseaban una vivienda propia.

2.6. Marco legal

Marco legal		
Referencia	Título	Artículo
Constitución del Ecuador	Capítulo 5 De los derechos colectivos	Art.84. El Estado reconocerá y garantizará a los pueblos indígenas, de conformidad con esta Constitución y la ley, el respeto al orden público y a los derechos humanos, los siguientes derechos colectivos: 4. Participar en el uso, usufructo, administración y conservación de los recursos naturales renovables que se hallen en sus tierras.
Código orgánico organización territorial autonomía descentralización	Sección Segunda: Consejo Nacional de Competencia.	Artículo 141. Ejercicio de la competencia de explotación de materiales de construcción. Artículo 147. Ejercicio de la competencia de hábitat y vivienda.
Habitad II	Vivienda adecuada para todos tiene como objetivos:	Objetivo: f) Fomentar métodos y tecnologías de construcción que estén disponibles localmente y que sean apropiados, asequibles, seguros, eficientes e inocuos para el medio ambiente en todos los países, particularmente en los países en desarrollo, a los niveles local, nacional, regional y subregional, que

		<p>permitan el aprovechamiento óptimo de los recursos humanos locales, promuevan el ahorro de energía y protejan la salud humana</p>
	<p>Plan de acción mundial: estrategias para la aplicación.</p>	<p>Este plan permite crear:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Una situación en la que se movilizan todo el potencial y los recursos de todos los agentes en el proceso de construcción y mejora de las viviendas. d) Las condiciones necesarias para que todas las personas puedan mejorar su condición.
	<p>Políticas de vivienda</p>	<p>d) Alentar la elaboración de métodos de construcción ecológicamente racionales y asequibles y la producción y distribución de materiales de construcción, incluido el fortalecimiento de la industria local de materiales de construcción, que debe basarse, en la medida de lo posible, en los recursos disponibles a nivel local.</p>
		<p>Para mejorar los sistemas de suministro de vivienda, los gobiernos, a los niveles apropiados, deben:</p> <ul style="list-style-type: none"> h) promover, en los países en que proceda, la utilización de técnicas de construcción y conservación de gran densidad de mano de obra que generen empleos en el sector de la construcción para la fuerza de trabajo subempleada que hay en la mayoría de las grandes ciudades, y fomentar al mismo tiempo la capacitación técnica en el sector de la construcción.

<p>Norma Ecuatoriana de la Construcción</p>	<p>De las normas ecuatorianas que se relacionan con el uso de fibras naturales podemos mencionar los siguientes códigos:</p>	<p>Estructuras de madera – CÓDIGO NEC-SE-MD</p> <p>Donde nos indica la aplicabilidad de la madera en la construcción, los métodos de diseño, su durabilidad, la resistencia (Norma Ecuatoriana de la Construcción, Diciembre/2014).</p>
	<p>Mampostería Estructural NEC-SE-MP</p>	<p>3.1.2 Requisitos y normas que debe cumplir los materiales de construcción.</p> <p>La mampostería confinada, es aquella conformada por unidades de mampostería como son el ladrillo macizo o bloque de hormigón, la cual está unida por medio de mortero y está confinada en su perímetro por vigas, columnas, alrededor del muro o unidades de mampostería donde se vacía el hormigón de relleno logrando el confinamiento de la mampostería.</p>

Norma Técnica Ecuatoriana	Ladrillo cerámica determinación de absorción de humedad. NTE INEN 296	Objetivo: Métodos de ensayo para los ladrillos y determinar la absorción de humedad.
Norma E.080	Diseño y construcción con tierra reforzada	<p>Alcance: La norma se orienta al diseño, construcción, reparación y reforzamiento de edificaciones de tierra reforzada, inspirada en el desarrollo de una cultura de prevención de desastres y en la búsqueda de soluciones económicas, seguras, durables, confortables y de fácil difusión.</p> <p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conferir seguridad sísmica a la construcción de edificaciones de tierra reforzada, mediante una filosofía de diseño que defina un comportamiento estructural adecuado. • Promover las características de la construcción de edificaciones de tierra reforzada, su accesibilidad, bajo costo, virtudes ecológicas y medio ambientales, bajo consumo energético aislamiento térmico y acústico, sus formas tradicionales y texturas rústicas.
Norma ASTM C 136	Análisis granulométrico por tamices de los agregados fino y grueso.	Objetivo: determinación por tamizado de la distribución por tamaño de partículas de agregados finos y gruesos.

Fuente: la autora

2.7. Casos referenciales

Tabla 2. Referente ladrillo con tierra cruda en Europa

Ladrillo de tierra cruda en Europa	
Datos	La empresa Ibstock creó un producto bajo el nombre de "Ecoterre". Son ladrillos de tierra cruda utilizados en muros de interior no portantes,
	
Características	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene dos tamaños de 220 x 105 x 67 mm, con un peso de 3 kg y el otro tamaño 220 x 105 x 133 mm y con un peso de 6 kg. • Capacidad térmica muy confortable (temperatura interna estable). • Aislante acústico.
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Ahorro de energía en un 86 % en comparación a la elaboración de ladrillos cocidos. • Mínimo de desperdicio. • Materiales utilizados son reciclables.

Fuente: (UBA, 2007)

Elaborado por: (UBA, 2007)

Tabla 3.- Referente de panel de bagazo

Reutilización del bagazo de la caña de azúcar, en la elaboración de tableros y su aplicación en las paredes, pisos y cielo falso	
Datos	Ilustración
Materiales Fibra entera de bagazo de 25 cm. Fibra y pulpa molida de 0,003 a 0,05 mm. Cola timerman (adhesivo Premium para madera).	
Implementos Prensa metálica cuchillo. Tijeras. Molde de madera de 15x25x1cm. Recipientes plásticos. Peso muerto.	
Procedimiento	<p>Se procede a separar la pulpa de la fibra, cortamos la fibra en medidas promedio de 25 cm el ancho normal de la fibra como sale del trapiche, una vez listo el material realizamos las caras frontal y posterior del tablero, indicando que el tablero se lo denomina sándwich porque está compuesto de dos paredes externas de base de fibra y en el interior una mezcla realizada con fibra molida de bagazo y cola, una vez listo estos dos componentes, procedemos a armar el tablero en el molde de 25x15 cm. Finalmente dejamos el prototipo en el molde durante 24 horas y procedemos al prensado final con la ayuda de placas metálicas y peso muerto de 100 libras.</p>
Descripción	<p>Composición</p> <ul style="list-style-type: none"> Yeso Bagazo (fibra-pulpa de 1 a 2 cm) Cola Agua <p>Características físicas</p> <ul style="list-style-type: none"> Resistencia a la compresión: 21,18kg/cm² Resistencia al fuego: F63. Resistencia a la flexión: 24,84kg/cm² Resistencia a la humedad: 1,86 % (24h)

Fuente: (Ochoa & Jimenez , Diciembre,2015).

CAPÍTULO 3

Tecnologías utilizadas para la elaboración de sistemas ancestrales

Las técnicas de construcción del adobe, tapial, bahareque, en los sistemas constructivos son una parte fundamental del proceso de evolución de una ciudad, a través de los materiales, las técnicas, formas utilizadas en la construcción. Su preparación se realiza en varias etapas, como tomando en cuenta todos los recursos naturales, las condicionantes del terreno, tiempo que requiere la construcción.

La obtención de los componentes para la elaboración de adobe, tapial y bahareque, como son la tierra y el agua, son elementos que se encuentran con facilidad a la hora de construir; se realiza un análisis previo del terreno en el cual se va a construir. La mayoría de los suelos en sus condiciones naturales no presentan las características de resistencia, estabilidad, ni durabilidad requeridas para ser utilizados en la construcción. El suelo ideal debe tener características de resistencia a la compresión simple, lo que se refiere que se caracteriza por su fácil compactación, se contrae poco al secarse (Atilano, 2017). Estas insuficiencias pueden ser vencidas a partir de una detallada caracterización del suelo que permita definir qué proceso ha de seguirse para mejorar sus propiedades, los que pueden ser clasificados como:

- Mecánicos
- Químicos

3.1. Análisis de fibras naturales en el Cantón Loja

A las fibras naturales se las ha considerado como un material reforzante en combinación con algunos materiales de la construcción, porque presentan unas excelentes propiedades mecánicas de reciclaje, de bajo costo y de baja densidad. En alguna fibra natural varía por su especie, su cultivo o composición química, que nos ayuda a detectar algunas falencias, como la absorción de agua, inestabilidad térmica (Giles's Laboratory Course in Dyeing, 1998).

En cuanto al material de construcción las fibras naturales son unos de los mejores sistemas que se han utilizado porque es un recurso renovable y su emisión de dióxido de carbono es menor; con esto se busca transformar nuestro entorno y así crear espacios que cumplan con nuestras necesidades, que han influido a que se busque la forma de evolucionar los materiales existentes en la construcción.

3.2. Análisis de sitio de producción de las fibras naturales en el Cantón

Loja

En el Cantón Loja el 2,8 %, que equivale a 3 039 hectáreas del territorio, son dedicadas a la producción agrícola. Uno de los cultivos principales y que más se cultiva en temporada de lluvia es el maíz con un 54,03 %, luego va el cultivo de caña de azúcar, el mismo que se produce en las parroquias de Malacatos, Vilcabamba y Quinara con un 21,23 %, y el 7,25 % con café ocupa el tercer lugar, su producción se logra en las zonas calientes del cantón por las excelentes condiciones climáticas (Loja, 2014).

Tabla 4. Producción de cultivos para fibras naturales

Cultivo	Área	%
Maíz	2864,74	54,03
Caña de azúcar	1125,77	21,23
Café	384,43	7,25

Fuente: (Loja, 2014).

Elaborado por: la autora

Las zonas en las que las fibras naturales se las puede encontrar son muy diferentes, ya que contamos con microclimas en el Cantón Loja, considerando que antiguamente en algunos casos las fibras naturales eran seleccionadas por ser un buen aislante térmico.

Tabla 5. Parroquias urbanas y sitios de producción de fibras naturales

Parroquias urbanas	Fibra natural	Tipo de suelo
El Sagrario	-	En las parroquias urbanas el tipo de suelo es franco arcilloso, con gran capacidad de retención de agua y son aptos para cultivos o cualquier tipo de actividad.
Sucre	-	
El Valle	Maíz	
San Sebastián	-	
Punzara	Paja	
Carigán	Maíz	

Fuente: la autora

Elaborado por: la autora

Conclusión

- Las Parroquias Urbanas se encuentran saturadas por construcciones de edificaciones antiguas y nuevas, ya que existe una mínima parte de área verde la misma que está destinada para otro tipo de actividad.
- En las Parroquias Urbanas como Sagrario, Sucre, San Sebastián existe parcelas pequeñas donde se produce otras clases de fibras naturales y son utilizadas como pequeños viveros.
- Las condiciones climáticas temperado-húmedo es un factor importante para la producción las fibras naturales.

Tabla 6. Parroquias rurales y sitio de producción de fibras naturales

Parroquias rurales	Fibra natural	Tipo de suelo
Malacatos	Cabuya, café, caña de azúcar	Crece en terrenos rocoso, arenoso y producción agrícola.
Quinara	Paja, café, caña de azúcar, maíz.	Necesita ser cultivada en suelos húmedos.
Santiago	Lino, algodón, chambira, toquilla, damagua, cabuya, maíz, palmas, guadua, bambú y carrizo	Su suelo tiene buenas propiedades para los cultivos.
Gualel	Maíz, paja toquilla	Necesita ser cultivada en suelos húmedos.
Jimbillá	Maíz, madera	Necesita ser cultivada en suelos húmedos
Chuquiribamba	Madera, paja, maíz.	Su suelo tiene buenas propiedades para los cultivos como limo, arcillas
San Pedro de Vilcabamba	Paja, cabuya, carrizo, maíz, caña de azúcar, café.	El suelo se encuentra en condiciones óptimas para los cultivos
Vilcabamba	Caña de azúcar, café, maíz, paja, cabuya, carrizo,	Su suelo tiene buenas propiedades para los cultivos.
Yangana	Caña de azúcar, maíz, café	Su suelo es rocoso, desértico con escasa cobertura vegetal.
Chantaco	Maíz	Su suelo tiene buenas propiedades para los cultivos.
San Lucas	Maíz, paja	
El Cisne	Maíz, paja	Su suelo tiene buenas propiedades para los cultivos.
Taquil	Maíz	

Fuente: (Loja, 2014).

Elaborado por: la autora

Conclusión

- El clima es uno de los factores importante para la producción de las fibras, ya que se cuenta en Jimbilla, Santiago, San Lucas, El Cisne, Gualiel Chantaco y Taquil con un clima temperado-húmedo, en Malacatos, Quinara, San Pedro de Vilcabamba y Vilcabamba un clima subtropical-seco, en Chuquiribamba contamos con un clima sub temperado - muy húmedo, en Yangana con un clima subtropical – subhúmedo, de acuerdo al clima de cada parroquia se da la producción.

CAPÍTULO 4

Diagnóstico

Los sistemas constructivos con fibras naturales son predominantes en el Cantón Loja, constituyendo el 70,43 % del total de viviendas en construcción de tierra en la parte rural; el adobe o tapia es el material predominante utilizado en las paredes exteriores en el 62 %, mientras que la construcción con hormigón representa tan solo el 1 % y el uso de ladrillo o bloque el 28 % (INEC, 2010).

A continuación se detallan los sistemas constructivos con cada uno de los materiales dispuestos en las paredes de las viviendas, con las cantidades de casos que se encuentran registrados de cada una de las parroquias urbanas y rurales del Cantón Loja.

Tabla 7. Materiales en las parroquias rurales

Parroquias	Materiales de muros y paredes en viviendas.	Casos	%
1. Chantaco	Ladrillo o bloque	42	12
	Adobe o tapia	301	84
	Madera	10	3
	Caña revestida o bahareque	5	1
2. Chuquiribamba	Ladrillo o bloque	90	12
	Adobe o tapia	656	86
	Madera	6	1
	Caña revestida o bahareque	7	1
3. El Cisne	Ladrillo o bloque	174	35
	Adobe o tapia	299	61

	Madera	16	3
	Caña revestida o bahareque	4	1
4. Gualel	Ladrillo o bloque	32	5
	Adobe o tapia	599	94
	Madera	3	1
	Caña revestida o bahareque	0	0
5. Jimbilla	Ladrillo o bloque	82	29
	Adobe o tapia	138	49
	Madera	26	9
	Caña revestida o bahareque	38	13
6. Malacatos	Ladrillo o bloque	865	49
	Adobe o tapia	858	48
	Madera	42	2
	Caña revestida o bahareque	23	1
7. San Lucas	Ladrillo o bloque	152	14
	Adobe o tapia	607	57
	Madera	233	22
	Caña revestida o bahareque	77	7
	Caña no revestida	1	0
8. Quinara	Ladrillo o bloque	110	32
	Adobe o tapia	235	67
	Madera	2	1
	Otros materiales	1	0
9. Santiago	Ladrillo o bloque	117	31
	Adobe o tapia	218	58
	Madera	9	3
	Caña revestida o bahareque	27	7
	Caña no revestida	3	1

10. San Pedro de Vilcabamba	Ladrillo o bloque	99	29
	Adobe o tapia	236	68
	Madera	8	2
	Caña revestida o bahareque	4	1
	Caña no revestida	1	0
11. Taquil	Ladrillo o bloque	277	31
	Adobe o tapia	547	61
	Madera	34	4
	Caña revestida o bahareque	37	4
12. Vilcabamba	Ladrillo o bloque	460	38
	Adobe o tapia	731	60
	Madera	12	1
	Caña revestida o bahareque	11	1
	Caña no revestida	2	0
13. Yangana	Ladrillo o bloque	122	32
	Adobe o tapia	249	65
	Madera	11	3
	Caña revestida o bahareque	1	0

Fuente: (INEC, 2010)

Elaborado por: la autora

Tabla 8. Sistemas constructivos de mayor uso parroquias rurales

Sistemas Constructivos			
Parroquia	Material de paredes de viviendas	Cantidad	%
Alta			
Malacatos	Adobe o tapia	858	33
Vilcabamba	Adobe o tapia	731	28
Chuquiribamba	Adobe o tapia	656	25
Bajo			

Santiago	Adobe o tapia	218	9
Jimbilla	Adobe o tapia	138	5

Fuente: (INEC, 2010)

Elaborado por: la autora

En las Parroquias Urbanas se encuentra un alto índice de viviendas construidas en adobe y tapia con 31 522, lo que corresponde al 65 %; en ladrillo o bloque 14 477 casos que representa el 30 % de viviendas; en bahareque 2 181 con el 4 % del total; y el, hormigón 603 casos lo que equivale al 1 de construcción de muros de las viviendas.

Entre las parroquias Rurales el índice con mayor número de viviendas de adobe o tapia se encuentra Malacatos con 858 casos que corresponde al 33 % de construcción de muros; Vilcabamba con 731 o sea 28 %, y Chuquiribamba con 656 casos de viviendas, esto es 25 %. Por otra parte, las parroquias con menor número de construcciones con adobe son Jimbilla con 138 de casos, es decir el 9 %, y Santiago con 218 correspondiente al 5 % de construcciones de muros.

En Chuquiribamba los sistemas constructivos tradicionales forman parte del entorno ya que todas sus edificaciones son elaboradas con adobe, tapia o bahareque y sus detalles de carpintería como los balcones, que son de madera.

El sistema más utilizado en el Cantón Loja ha sido el adobe con el 75 % de utilización y como uno de los sistemas más antiguo, que ha ido evolucionando en los sistemas y también en las formas para lograr una mayor resistencia.

El adobe. Es uno de los materiales más antiguos que se ha utilizado en la construcción debido a su bajo costo, su fácil acceso a los materiales, y su fácil adecuación, de acuerdo a los requerimientos como tamaño y forma.

Existen diferentes tipos de adobe, que se han ido modificando y perfeccionando a lo largo de los años.

4.1. Cuadro de registro de las fibras naturales del Cantón Loja

En la siguiente tabla se especifica la localización, características de uso de las fibras naturales, las mismas que solo se producen en las parroquias rurales del Cantón Loja.

Tabla 9. Fibras naturales en el Cantón Loja

Parroquia	Fibra natural	Sistemas constructivos	Características en uso
Chantaco	Cabuya	Adobe	Fibra que mantiene una mejor adherencia del bloque.
Chuquiribamba	Aserrín Arcillas Paja Salvia Cenizas de madera Excremento de animal	Adobe Tapial Bahareque	Máxima eficiencia energética. Estas fibras ayudan a que tenga una buena cohesión y adherencia.
Cisne	Sigse Tabique	Tabiques Encofrado	Es utilizado en tablas, tablones, pilares, vigas, etc.
	Carrizo	Bahareque entechado	Estructura para el armado de la estructura (entechado) mezclado con barro para luego ser colocado la teja.
	Paja	Adobe	Mejor adherencia en el bloque
	Aserrín	Adobe	
Jimbilla	Maíz Bagazo	Paneles	Aislante acústico.
Malacatos	Carrizo	Tapial	Estas fibras ayudan a que tenga una buena cohesión y adherencia.
	Bagazo	Adobe	

	Carrizo	Bahareque entechado	Estructura para el armado de la estructura (entechado) mezclado con barro para luego ser colocado la teja.
	Cascarilla de café	Adobe	
Quinara	Cascarilla de café	Adobe	
	Bagazo	Adobe	
San Lucas	Carrizo	Bahareque	
San pedro de Vilcabamba	Paja	Adobe	Aislante acústico, depurar el aire, ahorro de energía, reutilizable.
	Bagazo	Tableros	
	Cascarilla de café.	Adobe	
Yangana	Bagazo	Adobe	Aislante acústico

Fuente: El Autor.

Elaborado por: El Autor.

Tabla 10. Mayor utilización de fibras naturales en el Cantón Loja

Fibras naturales		
Parroquia	Fibra	%
Chuquiribamba	Paja	98
	Madera	1
	Carrizo	1
	Yute	0
Malacatos	Paja	93
	Madera	5
	Carrizo	2
	Yute	0
Vilcabamba	Paja	97
	Madera	2
	Carrizo	1

	Yute	0
--	------	---

Fuente: El Autor.
Elaborado por: El Autor.

Entre las parroquias del Cantón Loja con un mayor número de manejo de fibras naturales, como paja, madera, carrizo y yute, es la de Chuquiribamba, con una proporción de uso de paja del 98 % y de madera con 1 %; Malacatos con el 93 % de utilización de paja y 5 % de madera; y, Vilcabamba con 97 % de empleo de paja y 2 % de la madera.

En Chuquiribamba, Malacatos y Vilcabamba las fibras naturales son parte del entorno, ya que se las puede encontrar en sus sembríos.

4.2. Resumen diagnóstico de los sistemas constructivos y fibras naturales en el Cantón Loja

El sistema constructivo que se ha venido utilizando en el cantón Loja es el adobe, la tapia y el bahareque, por lo que el material para realizar el sistema constructivo es la tierra, con la fabricación del adobe en mezcla con diferente fibra natural, porque es adaptable, fácil de moldear, y para su producción se necesitan moldes de las dimensiones que se vayan a utilizar. El proceso de secado es de 15 a 28 días, para lograr una desecación uniforme de manera natural.

Las características de los sistemas tradicionales se los puede clasificar por:

- Conductividad térmica.
- Transferencia del calor.
- Permeabilidad.

Tabla 11. Sistemas constructivos y fibras naturales más utilizados

Parroquia	Sistema constructivo	Fibra natural	%
Chuquiribamba	Adobe	Paja	98
Malacatos	Tapial	Paja	93
Vilcabamba	Adobe	Paja	97

Fuente: la autora
Elaborado por: la autora

Los sistemas constructivos con fibras naturales han predominado en tres parroquias del Cantón Loja. En primer lugar, tenemos a la de mayor importancia y en la que predomina más, como es Chuquiribamba, porque todavía se puede observar que existen viviendas con adobe, tapial y en algunos casos el bahareque, porque sus habitantes han tratado de seguir con esta tradición sin romper las tipologías de viviendas que tienen. En segundo lugar se halla Malacatos, aunque se ha podido evidenciar que existen cambios, pero todavía cuenta con viviendas con estos sistemas constructivos; en tercer lugar se encuentra Vilcabamba, que aunque no predomina en su totalidad, ya se observa que ha tenido un crecimiento en cuanto a sus edificaciones; a la forma tradicional se la puede encontrar a las afueras del centro parroquial.

De acuerdo a este análisis, se ha obtenido el dato que el adobe, juntamente con la mezcla de paja, es el sistema más utilizado por los habitantes, aunque su producción no ha seguido vigente, ya que el conocimiento en algunos casos se lo ha podido traspasar de generación en generación, en otros se ha realizado el mismo procedimiento, pero se ha perdido la tradición de elaboración y uno de los mayores factores es que en el Cantón Loja las viviendas ya no se están

construyendo con sistemas tradicionales, y si existe alguna producción del adobe, tapia o bahareque, es para reparación de alguna vivienda que por diversos motivos se encuentra deteriorada; pero, no se produce para la construcción de nuevas edificaciones.

Para la comparación de la muestra se procedió a realizar pruebas de laboratorio a una pieza de adobe tradicional del año 1945 de la parroquia de Malacatos; para una posterior comparación de su comportamiento se realizó la misma prueba a la pieza con cascarilla de café, como se manifestó en la propuesta.

Con estas pruebas se logró comparar la resistencia a la compresión del bloque nuevo con el tradicional, ya que es uno de los factores más importantes para poder demostrar que cambiando su composición se podría obtener mejores resultados óptimos para la construcción.

Se ha tomado en cuenta a estas tres parroquias porque han tenido más casos de utilización de sistemas constructivos tradicionales, ya que las diez parroquias restantes son las que menor grado de utilización han manifestado, pero no menos importantes de la que se está tomando en cuenta para el estudio de estos sistemas constructivos con tierra.

Ilustración 23. Muestra de adobe tradicional, vivienda Malacatos

Fuente: El Autor
Elaborado por: la autora

La primera pieza de adobe, a la que se le realizó las pruebas de resistencia a compresión, arrojó los siguientes resultados:

Tabla 12. Pruebas de resistencia a la compresión muestra de adobe Malacatos.

Proyecto		Registro de los sistemas constructivos con fibras naturales en el cantón Loja, ensayo y propuesta de un sistema constructivo				
Obra		Muestra de vivienda de Malacatos				
Características		Adobe estructural			Fecha:	29-ago-2017
Muestra	Fecha de elaboración	Fecha de rotura	Dimensiones cm	Área cm	Carga kg	Resistencia kg/cm ²
Muestra 1		28 días	40 x 20 x 16	640	7276	11,37
					Promedio	11,37

Fuente: la autora
Elaborado por: la autora

Ilustración 24. Rotura de muestra de la vivienda de Malacatos



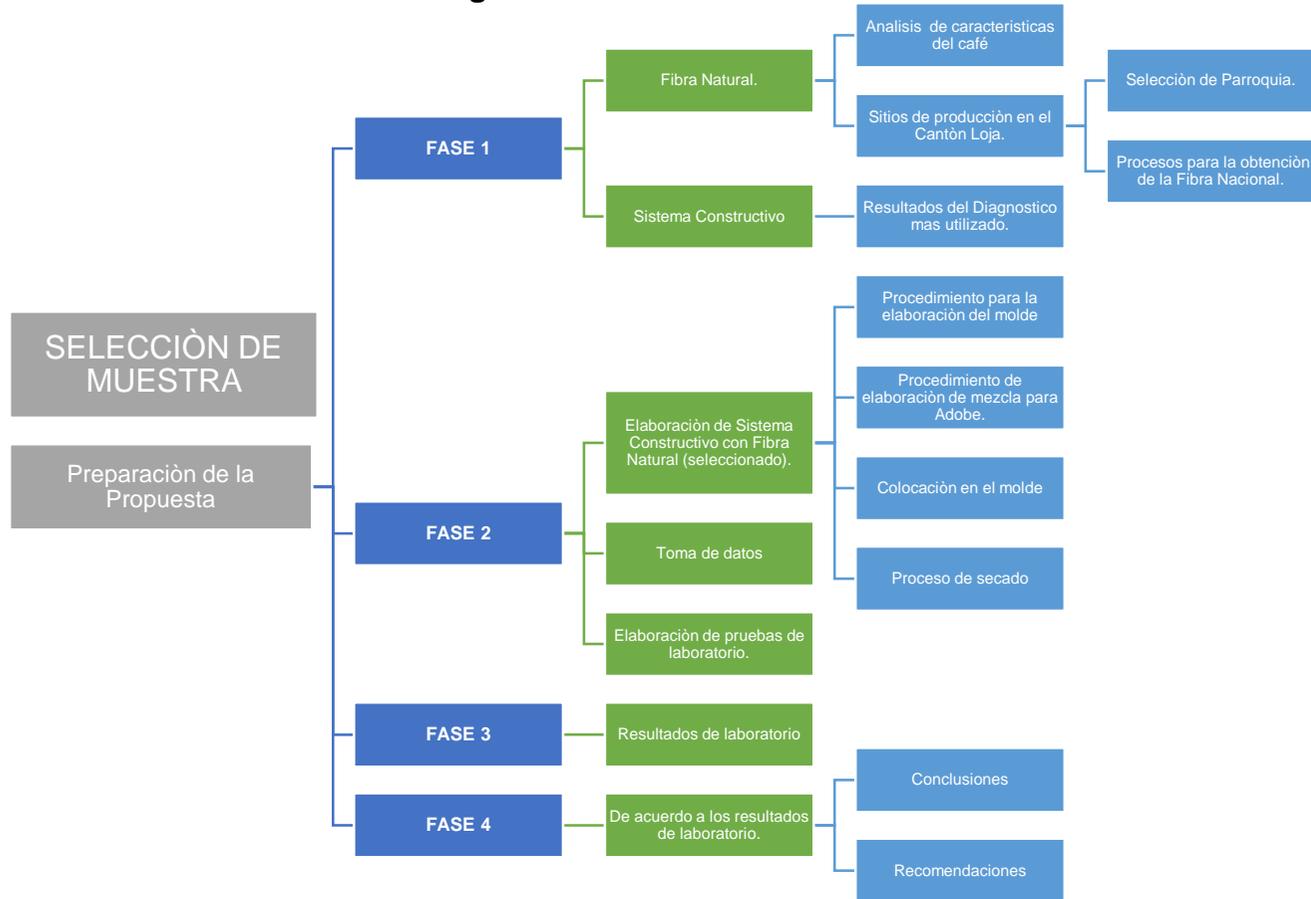
Fuente: la autora
Elaborado por: la autora

Conclusiones

- En la muestra del adobe de la vivienda de Malacatos se obtuvo una resistencia a la compresión de $11,37 \text{ kg/cm}^2$ y se puede evidenciar que los materiales que se utilizaron para su elaboración son de buena calidad y uno de los factores más importante es la calidad de la tierra.

CAPÍTULO 5

Metodología de selección de muestra



Fuente: la autora
Elaborado por: la autor

5.1. Selección de fibras naturales

5.1.1. Fibra del café

Ecuador posee una amplia producción de café, artículo que ha sido de exportación, y que es clasificado en café arábigo, arábigo natural y robusta. En el 2011 se registró una producción de 23 829 toneladas métricas (t), siendo la superficie sembrada de 110 474 hectáreas y las ventas de 20 191 t. En comparación a los años anteriores se notó que la producción había bajado, ya que el 2009 fue uno de los años en que la producción fue mejor con 33 624 t (Exportaciones., 2013).

El café es el segundo producto agrícola más importante, de enorme valor en la economía del país. La actividad cafetalera en la provincia de Loja tiene un alto grado de actividad en comparación a las demás provincias.

La selección de la fibra se la realizó en una de las parroquias del cantón Loja, que es un sector donde los agricultores se dedican a la producción de café y por lo tanto la materia prima se puede encontrar fácilmente.

Los lugares de mayor interés de producción de café en el cantón Loja son las parroquias de San Pedro de Vilcabamba, Vilcabamba, Yangana, Malacatos y Quinara, ya que la producción es comercializada en el 90 % del peso total del producto ya cosechado y el 10 % corresponde al autoconsumo familiar. La región de la Sierra, y en especial la producción en la provincia de Loja, alcanza niveles del 13 % en el ámbito nacional.

Tabla 13. Provincia de Loja área cafetalera y de producción 2012.

Provincia	Café arábigo		Área total del café	
	Superficie total (ha)	Área en producción ha	Superficie total ha	Área en producción ha
Loja	29 345	22 009	29 345	22 009

Fuente: (Exportación, 2013)
Elaborado por: la autora

El café de mayor producción es el arábigo, con un aporte del 70 % del volumen del grano a gran escala, ya que este tiene las características de crecer en las zonas de clima cálido. Los principales países que producen este tipo de café son: Brasil, Nicaragua, Guatemala, Ecuador, Colombia, Cuba, Costa Rica, Haití, Perú, Puerto Rico, México, Jamaica, República Dominicana, El Salvador, Venezuela, Tanzania y Honduras (Calle Aznar, 2011).

- **Condiciones ambientales para la producción de café**

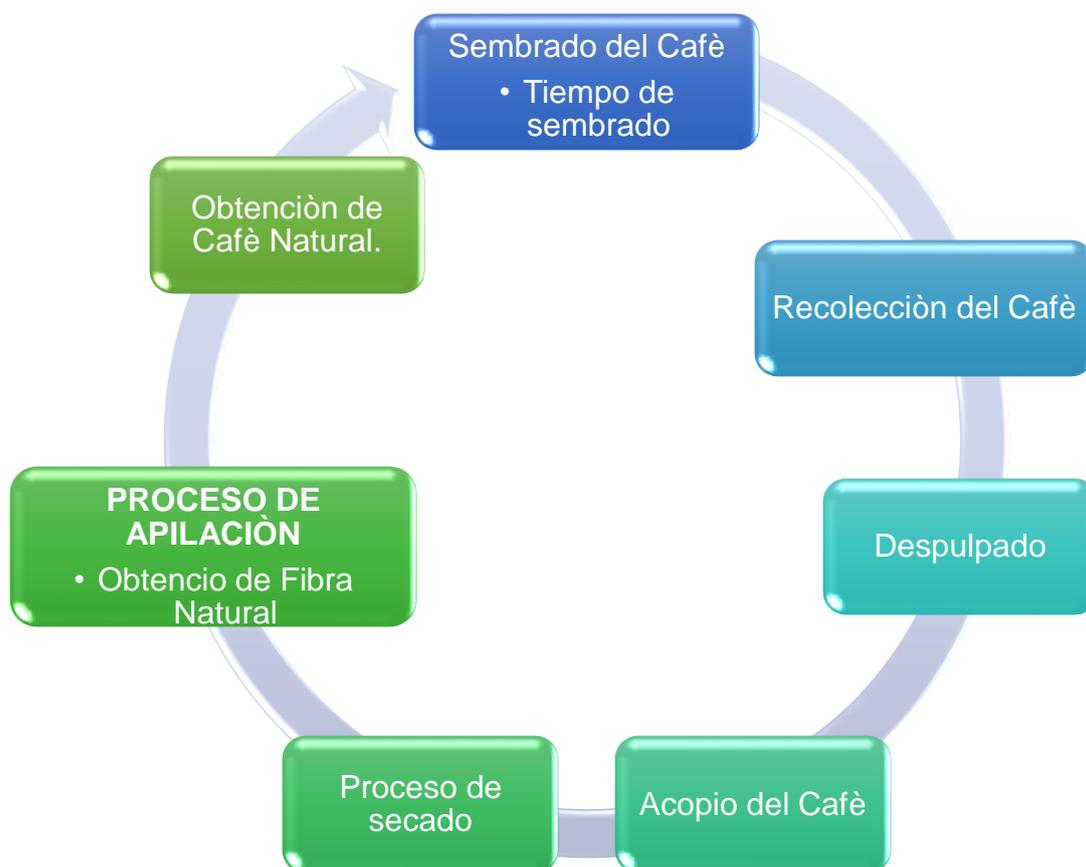
- **Altitud:** la altura mejora las características físicas del grano.

A mayor altitud el grano se suele desarrollar con más acidez y aroma.

El grano se debe madurar lentamente en una temperatura fresca, obteniendo así un grano de mejor calidad.

- **Características del suelo:** La textura, el pH, contenido de materia orgánica, ayudan de acuerdo a la cantidad que se vaya a producir.

Ilustración 25. Proceso de obtención de fibra de café



Fuente: la autora
Elaborado por: la autora

El proceso para la obtención de la fibra parte desde el sembrado del café y el tiempo estimado que se toma este para hacer posteriormente la recolección del grano; para esto se debe contar con personal adecuado para escoger los granos maduros, lo que no se cosecha son los granos verdes, pintones y secos. Después de la recolección, pasa al secado o asoleado para que sea más fácil el pelado del grano para la obtención de la cascarilla, la que luego se la va a utilizar en su totalidad. Con el proceso de apilado del grano de café se obtiene la cascarilla, mediante el procesamiento del café al pasar por una máquina que va

descascarando la semilla y separando la envoltura del grano, que los caficultores lo conocen como “grano oro”.

Ilustración 25.- Plantaciones de café



Fuente: “Pilladora León”
Elaborado por: “Pilladora León”

Ilustración 26.- Plantas de café



Fuente: “Pilladora León”
Elaborado por: “Pilladora León”

Ilustración 27.- Despulpadora de café



Fuente: "Pilladora León"
Elaborado por: "Pilladora León"

Ilustración 28.-Secado del café



Fuente: "Pilladora León"
Elaborado por: "Pilladora León"

Ilustración 29.-Cascarilla de café



Fuente: (Infusionistas, 2011)
Elaborado por: la autora

Características de la cascarilla de café:

- Fácil obtención en el cantón Loja.
- Su producción ocurre en todos los sitios.
- Fácil secado.
- Baja retención de humedad.
- Buena absorción.
- Conductividad térmica.
- Resistencia.
- Su durabilidad sin procesamiento es de tres días.

Las características se basan en la forma, el tamaño y el color que se obtiene al final de la cosecha del grano, ya que estas son muy importantes para el control de calidad.

● Composición química

Compuesto	Cascarilla de café %
Celulosa	19 a 26
Hemicelulosa	24 a 45
Lignina	18 a 30
Cenizas	6 a 7

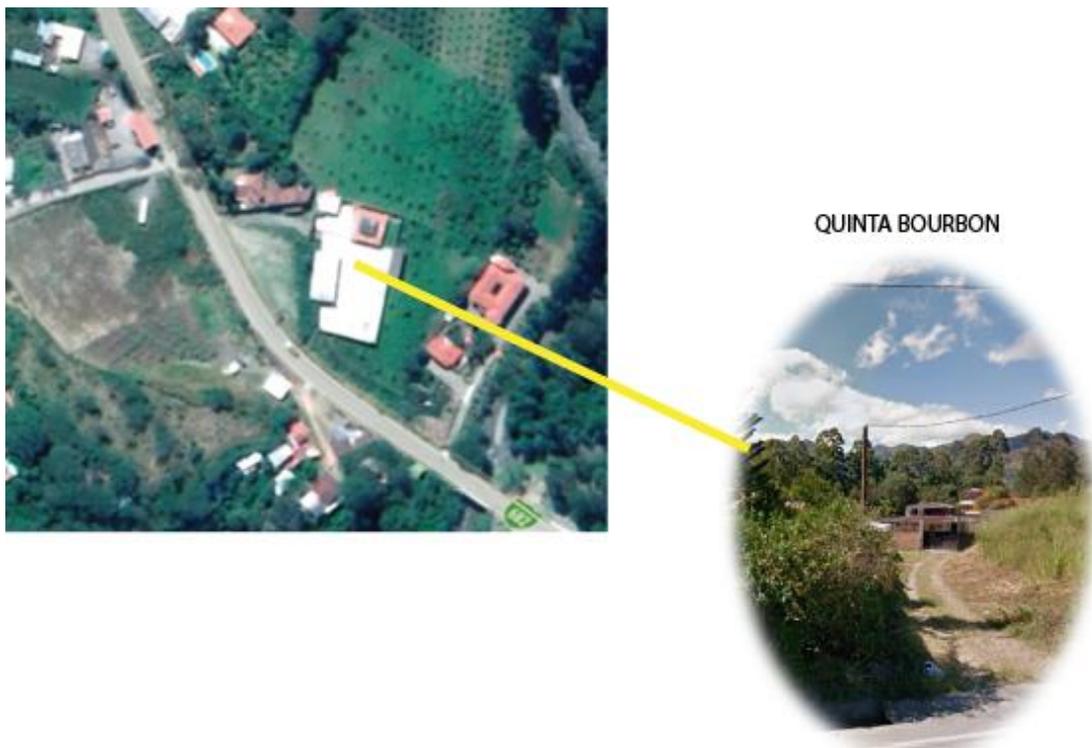
Fuente:

Elaborado por: la autora

● Obtención de cascarilla de café

La cascarilla de café se la obtuvo en la “Piladora León”, que se encuentra ubicada en la parroquia San Pedro de Vilcabamba, al sur del Ecuador a 1 500 m de altura, con un clima excepcional, lugar donde se siembra, cosecha y seca de forma natural el café y con responsabilidad socio ambiental. El lugar preciso donde se encuentra ubicada la Piladora León es a una distancia de 30 m de la Hostería de Vilcabamba, localizada a la entrada a la cabecera parroquial de Vilcabamba. Esta empresa ha venido brindado sus servicios desde 1971, a cargo del señor Edilberto León, quien en sus inicios empezó con la compra y venta de café en grano, lo que permitió cubrir la demanda tanto dentro y fuera del país; en la actualidad otra de las actividades que realiza es la comercialización de café tostado en grano y molido.

Ilustración 30. Ubicación de la Piladora León



Fuente: Google Maps
Elaborado por: la autora

● Tipo de café que se produce en la piladora

El tipo de café que se produce en esta apiladora es el café arábico, que cuenta con ciertas características de ser fino y aromático, siendo dentro de la provincia de Loja uno de los más cultivados. Se lo debe plantar en un clima especial, sus sembríos se los realiza en tierras altas, como en una montaña, que se encuentre entre 900 hasta 2000 msnm, para obtener un buen desarrollo de la plantación del café.

5.2. Selección de sistema constructivo

Para la selección del sistema constructivo se tomaron en cuenta los resultados del diagnóstico, el cual nos ayudó a evidenciar que existen tres sistemas constructivos, como son tapial, bahareque y adobe, con los cuales se encuentran construidas algunas viviendas; sin embargo, de estos resultados se descartaron a dos (tapial y bahareque), eligiendo solo al adobe por las siguientes características:

Adobe es uno de los sistemas constructivos tradicional más utilizado, y por algunas razones este sistema fue el escogido para la elaboración de nuestras muestras:

- La técnica de elaboración todavía se la sigue conservando y se siguen encontrando lugares de fabricación de estos bloques.
- Para la elaboración la materia prima se la puede encontrar en cualquier medio.
- El procedimiento de elaboración se lo realiza para la fabricación de adobe, en ladrillo cocido o crudo.
- Por su fácil montaje en obra.
- La técnica de fabricación de este material de la construcción no se ha perdido, porque los conocimientos se han pasado de generación en generación, dándoles formas rectas, esbeltez (acabado del ladrillo).

Los dos sistemas constructivos tradicionales que se descartaron se debió a las siguientes condiciones que se deberían tomar en cuenta:

Tapial, se lo descartó porque:

- La técnica se la ha olvidado por completo.
- Ya no existen las personas que fabriquen este material.
- La materia prima ya no se encuentra con facilidad.

Bahareque se lo descartó por las siguientes razones:

- Su elaboración era mediante de carrizo los mismos que ya no se encuentra en el medio, por su falta de producción.
- Ya no existen personas con conocimientos para la fabricación, ya que era necesario ser apisonada por una o dos personas.
- Pérdida del conocimiento de elaboración desde el encofrado.

CAPITULO 6

Propuesta

Los sistemas constructivos tradicionales (adobe, tapia, bahareque) han sido los que más han predominado en el Cantón Loja, sin embargo existe una competencia con los nuevos productos prefabricados. Este es uno de los factores negativos de la pérdida de la construcción tradicional, lo que amerita que se generen materiales sostenibles, que disminuyan el gasto energético y el impacto ambiental, porque son hechos a base de tierra y fibras naturales.

Se plantea la realización de un nuevo material para la construcción, para el cual se ha tomado como referencia el adobe, en mezcla con una fibra natural previamente seleccionada, como es la cascarilla de café, que se la utilizará como aditivo para la estabilización del bloque; para la resistencia se utilizará la cal, tierra, agua. El nuevo sistema constructivo se lo va a caracterizar por sus medidas que van a ser de acuerdo a su resistencia a la compresión, elasticidad y su composición química; se realizará un rastreo del secado a los 7, 15 y 28 días de fabricado, porque la adición de la fibra a la mezcla de la tierra creará una superficie porosa que ayudará a una mejor adherencia con los demás materiales; se reducirá el impacto al medio ambiente ya que la cascarilla de café es una biomasa generada por el despulpado por vía húmeda de la cosecha del café.

La técnica a emplear para la elaboración de este sistema constructivo será la tradicional, colocando la mezcla en moldes de madera, luego se desmoldará y se dejará secar al sol por una o dos semanas, esperando que su secado sea uniforme y no existan grietas.

6.1. Procedimiento para la elaboración del molde

Paso 1. Para la elaboración del molde se seleccionó un buen tipo de madera, ya que es indispensable que los moldes sean elaborados de una madera que resista a la humedad.

Tabla 14. Medidas de bloque

Indicador	Medida de muestra	Características
Muestra	35 cm x 20 cm x 10 cm	Estas medidas se las tomó en cuenta para la elaboración porque son más fáciles de manejar.

Fuente: la autora

Elaborado por: la autora

Para la realización del molde tomamos en cuenta las medidas de los adobes tradicionales, que son de 0,40 x 0,20 x 0,16 cm, y lo modificamos con unas nuevas medidas.

Ilustración 31. Molde



Fuente: la autora
Elaborado por: la autora

Paso 2. Se procedió a cortar la madera con las medidas exactas del ladrillo para proceder armarlo.

Paso 3. Para la unión del molde se utilizaron clavos, que fueron incrustados en los extremos del molde, asegurando que no vaya desarmarse, lo que va a ayudar a que el molde tenga estabilidad al momento de colocar la mezcla.

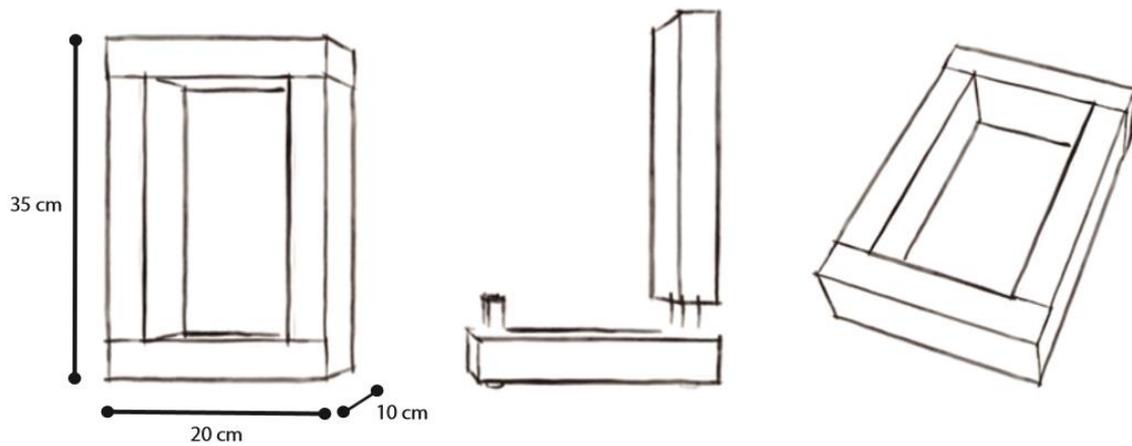
Ilustración 32. Colocación de clavos en el molde



Fuente: El Autor.
Elaborado por: El Autor.

Paso 4. Se verifica que el molde no tenga fisuras y que sus ángulos estén bien unidos, para no tener rebosamiento de la materia prima.

Ilustración 33. Medidas del molde



Fuente: la autora
Elaborado por: la autora

6.2. Procesos de elaboración sistemas constructivos con fibras naturales

El proceso de fabricación de los bloques con fibras naturales se lo realizó con materiales del Cantón Loja, tomando en cuenta la disponibilidad y el fácil acceso a los materiales; toma un tiempo estimado de 30 a 40 minutos, que puede variar, dependiendo de la cantidad de bloque a fabricar.

Los materiales empleados fueron los siguientes:

- Tierra
 - Arcilla
 - Limo
- Cascarilla de café
- Cemento blanco
- Agua

El empleo de la cascarilla de café ayuda a que se formen menos fisuras en el paralelepípedo, que se puede ir verificando conforme sea su proceso de secado.

Paso 1. La tierra debe ser previamente seleccionada; se tomó un volumen de tierra de la cantera conocida como Trinidad, localizada en el sector de Ceibopamba, parroquia de Malacatos, para y luego ser llevada a la obra; en otros casos se puede utilizar la tierra que se encuentra en sitio de construcción.

Ilustración 34. Obtención de tierra de la cantera



Fuente: la autora
Elaborado por: la autora

Paso 2. La cascarilla de café se la debe obtener después de una cosecha, una vez apilada, la misma tiene que tener óptimas condiciones para su próxima utilización.

Ilustración 35. Obtención de la cascarilla de café



Fuente: la autora
Elaborado por: la autora

Paso 3. Se prepara la tierra con la cascarilla y se procede a realizar una mezcla en seco, con el fin de obtener una integración de estos materiales. Se lo podría realizar en un recipiente o directamente en el suelo, como se lo ha venido realizando tradicionalmente.

Paso 4. Procedemos a verter agua en una medida de un litro y medio, en forma paulatina, hasta ver que en la mezcla no se queden terrones, y se obtenga una masa plástica y uniforme; la mezcla no debe tener una consistencia ni muy seca ni muy aguada, porque por cualquiera de estas dos opciones se podrían producir inconvenientes al momento de sacarla del molde, como puede ser pegarse a las paredes del molde, y el periodo de secado sobrepasar de los 28 días.

Ilustración 36. Incorporación de agua



Fuente: la autora
Elaborado por: la autora

Ilustración 37. Mezcla de la materia prima



Fuente: la autora
Elaborado por: la autora

Paso 5. Antes de verter la mezcla en el molde, se debe humedecerlo con agua y arena, para evitar que se pegue la mezcla al momento de retirar un adobe mejorado.

Paso 6. Una vez que la mezcla se encuentre en el molde se procede a retirar los excedentes y perfilarlo con una regla de madera; tiene que transcurrir entre 2 o 3 minutos para que vaya tomando la forma final y luego sí se procede a levantar el molde con cuidado para que el ladrillo no vaya a perder su forma.

Ilustración 38.- Elaboración del bloque

Fuente: la autora
Elaborado por: la autora

Paso 7. Para el proceso de secado se debe tomar en cuenta el clima, siendo el tiempo estimado de 28 a 30 días; de preferencia debe ser un lugar cubierto para proteger de la lluvia, porque si se los deja fuera estos podrían obtener mayor humedad de la necesaria, la cual perjudicaría y produciría algunas grietas, que no permitirán que el bloque se encuentre en buenas condiciones para ser puesto en obra.

Paso 8. Se debe realizar un chequeo de cómo se están secando y verificar si no presenta alguna imperfección. De acuerdo a como se vaya secando se debe rotar sobre las diferentes caras, para que se vaya obteniendo un secado uniforme.

Ilustración 39. Proceso de secado de la muestra



Fuente: la autora
Elaborado por: la autora

La primera muestra a realizar tiene las siguientes dosificaciones, para posteriormente realizar la comprobación de su resistencia:

Tabla 15. Dosificación primera muestra

Dosificación				
Muestra	Tierra	Cascarilla de café	Agua	Cemento blanco
Muestra 1	5 lb	1 lb	3 litros	1 lb

Fuente: la autora
Elaborado por: la autora

Ilustración 40. Muestra 1



Fuente: la autora
Elaborado por: la autora

Las medidas fueron escogidas para un mejor manejo, ya que las que encontramos en el mercado tienen dimensiones grandes, lo que en la actualidad se perdería mucho espacio en la construcción de una vivienda. Por experimentar se aplicaron medidas diferentes, ya que por su tamaño van tener una mejor manipulación para luego ser puesta en obra.

6.3. Herramientas para pruebas de laboratorio

La empresa Geocons es una firma de ingeniería en geotecnia, que brinda sus servicios de estudios de suelo, ensayos para diseño de cimentación y control de calidad de los diferentes materiales de construcción para edificaciones o carreteras.

Para la respectiva prueba de compresión y de granulometría a realizar se utilizaron los siguientes equipos, que se encuentran en las instalaciones de Geocons:

6.3.1. Prueba de granulometría

La granulometría es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado, tal como se determina por análisis de tamices (norma ASTM C 136). El tamaño de partícula del agregado se determina por medio de tamices de malla de alambre de aberturas cuadradas. Los siete tamices estándar ASTM C 33 para agregado fino tienen aberturas que varían desde la malla No. 100 (150 micras) hasta 9,52 mm.

Los números de tamaño (tamaños de granulometría) para el agregado grueso se aplican a las cantidades de agregado (en peso), en porcentajes que pasan a través de un arreglo de mallas. Para la construcción de vías terrestres, la norma ASTM D 448 enlista los trece números de tamaño de la ASTM C 33, más otros seis números de tamaño para agregado grueso. La arena o agregado fino solamente en un rango de tamaños de partícula (Valle, 2010).

Materiales:

- Juego de tamices ASTM
- Balanza
- Cepillo
- Cuarteador
- Pocillo
- Cucharas

Ilustración 41. Equipo a utilizarse para la granulometría



Fuente: la autora
Elaborado por: la autora

Ilustración 42. Tamices



Fuente: la autora
Elaborado por: la autora



6.3.2. Prueba de resistencia a compresión

La resistencia a la compresión del concreto es la medida más común de desempeño que emplean los ingenieros para diseñar edificios y otras estructuras. La resistencia a la compresión se mide tronando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos de compresión, en tanto que la resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida entre el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en mega pascales en unidades (MPa) (Imcyc, Junio,2006).

Materiales

- Prensa neumática: prensa que se utiliza para la comprobación de la resistencia de bloques, la cual es controlada por una computadora en la que se le insertan las medidas del bloque y automáticamente se programa para colocar la carga indicada.

- Herramientas varias: platos mecánicos.

Ilustración 43. Equipo utilizado para la resistencia a compresión



Fuente: la autora
Elaborado por: la autora

Ilustración 44. Verificación de medidas



Fuente: la autora
Elaborado por: la autora

Ilustración 45. Verificación que la muestra no tenga fisuras

Fuente: la autora

Elaborado por: la autora

Ilustración 46.
Pruebas de laboratorio



"GEOCONS" LABORATORIO

Geotecnia - Consultora & Constructora

Tel: 072-540907

Cel: 0994974048

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ADOQUINES

PROYECTO:	REGISTRO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS CON FIBRAS NATURALES EN EL CANTÓN LOJA, ENSAYO Y PROPUESTA DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO		
SOLICITA	MARÍA FERNANDA RÍOS		
CARACTERÍSTICAS:	ADOBE ESTRUCTURAL		
UBICACIÓN	CANTÓN LOJA, PROVINCIA DE LOJA	FECHA	29-ago.-17

REPORTE DE RESULTADOS:

Nº ADOQUIN	ELEMENTO Y UBICACIÓN	FECHA FUNDICIÓN	TIEMPO DIAS	FECHA ROTURA	DIÁMETRO ESPÉCIME N cm2	AREA cm2	CARGA Kg.	RESISTENCIA Kg/cm2	RESISTENCIA REQUERIDA Kg/cm2
ADOBE									
1	CASA MALACATOS		> 28 días	29-ago.-17	16 x 40	640,00	7276	11,37	
PROMEDIO =								11,37	
ADOBE									
1	CASA VILCABAMBA		> 28 días	29-ago.-17	18 x 39	702,00	3574	5,09	
PROMEDIO =								5,09	

OBSERVACIONES: Los resultados son exclusivos de las muestras entregadas por el contratista a nuestro laboratorio

ING. RAMIRO JIMÉNEZ
RESPONSABLE GEOTÉCNICO



Fuente: la autora
Elaborado por: la autora

Secado

En los primeros ocho días se pudo notar que el bloque tenía un proceso de secado normal.



Fuente: El Autor.
Elaborado por: El Autor.

A los 15 días el ladrillo tenía un secado uniforme, ya que se lo fue rotando sobre sus diferentes caras para que tenga un mejor secado.



Fuente: El Autor.
Elaborado por: El Autor.

A los 28 días el bloque se encuentra seco en su totalidad y ya no se observa humedad alguna.



Fuente: la autora
Elaborado por: la autora

Ensayo de laboratorio

Tabla 16. Pruebas de resistencia a la compresión en adobe

Proyecto:	"Registro de los sistemas constructivos con fibras naturales en el cantón loja, ensayo y propuesta de un sistema constructivo".					
Obra:	Elaboración de bloques mejorados.					
Características:	Adobe estructural			Fecha:		
Muestra:	Fecha de elaboración	Fecha de rotura	Dimensiones cm.	Área cm ²	Carga kg	Resistencia kg/cm ²
Muestra 1	23 – jul – 2017	28 días	10 x 35	350	1131	10,25
				Promedio		

Fuente: la autora

Elaborado por: la autora

De esta manera se pudo observar el comportamiento de las muestras elaboradas; la que demostró mejor resistencia a la compresión fue la muestra 1 con una resistencia de 10,25 kg/cm², que sería la más opcional para la construcción de una vivienda.

Ilustración 47. Colocación del bloque para comprobación de resistencia



Fuente: la autora

Elaborado por: la autora

En el bloque de adobe mejorado empezaron a notarse las fisuras en las caras laterales, conforme se aumentaba la carga se iban deformando cada vez más. También se observó que después de la prueba a la compresión se partían fácilmente y se apreciaba que la muestra 1 tenía mayor resistencia que la muestra 2, ya que presentaba una mejor compactación de los materiales.

La humedad se la toma como un factor, ya que el exceso de agua en las muestras podría cambiar su resistencia.

Tabla 17. Cuadro comparativo de sistemas constructivos tradicionales

Cuadro comparativo de Sistemas Constructivos Tradicionales.			
Sistema constructivo		Adobe vivienda 1	Adobe mejorado
Referencia			
Función	Estructural	•	•
Materiales		Tierra Paja Agua	Tierra Cascarilla de café Agua
Proceso de producción	Artesanal (tradicional)	•	•
	Industrializado		
Tamaño		40 cm x 20 cm x 16 cm.	35 cm x 20 cm x 10 cm.
Calidad		Estabilidad en la estructura	Resistencia
Propiedades	Acústicas	•	•
	Térmicas	•	•
	Impermeabilidad	•	•
Resistencia a la compresión		11,37 kg/cm ²	10,25 kg/cm ²

Fuente: la autora
Elaborado por: la autora

- **Falla presente en los ensayos**

Ilustración 48. Falla de muestra de vivienda 1



Fuente: la autora
Elaborado por: la autora

Ilustración 49. Falla de muestra mejorada



Fuente: la autora
Elaborado por: la autora

Conclusiones

Se realizaron algunas pruebas, las cuales nos ayudaron al análisis y comparación de las muestras de adobe, por las que obtuvimos las siguientes conclusiones:

- La falla en la muestra 1 se puede observar al momento de realizar la prueba a compresión. Se puede localizar una fisura en la parte lateral superior, la misma que nos puede dar como conclusión que este bloque resiste carga puntual, esto también se debe a que en el momento de la colocación de la pieza en la prensa neumática se la colocó de forma horizontal.
- En la segunda muestra se observa que al colocarla en posición lateral la falla se localiza en uno de los ángulos.
- En los sistemas constructivos tradicionales su producción era en situ, con materiales principales como tierra y paja, los mismos que se podían encontrar en el lugar que se iba a llevar a cabo la construcción de la vivienda.
- La opción de mejoramiento en un sistema constructivo se lo realiza en la mezcla, cambios en el tipo de tierra que se vaya a utilizar, la fibra natural, para que su estructura sea más resistente, con lo que se podría lograr que tenga mayor resistencia a la compresión del bloque.

CAPÍTULO 7

7.1. Conclusiones

- Los sistemas constructivos de tierra de mayor utilización en las viviendas de las parroquias del Cantón Loja son el adobe y la tapia con el 62 %, en comparación con otros sistemas, como el bloque o ladrillo con el 28 % y el hormigón el 1 %.
- De acuerdo al diagnóstico, se evidenció que la paja de cerro es utilizada en el 95 % de viviendas para la realización de sistemas constructivos con tierra, pero también se pudo comprobar que la extracción de paja de los cerros del cantón ya no se la realiza como en tiempos antiguos.
- Se utilizó la cascarilla de café porque se la puede encontrar en diversas parroquias del Cantón Loja, que tienen producción cafetalera.
- La cascarilla de café sin procesarla (sin ningún producto químico), no se la puede mantener por mucho tiempo al aire libre.
- La aplicación de la cascarilla de café en los bloques resultó ser un buen agregado, pero se debe tener cuidado durante el proceso de secado, ya que la cascarilla tiende a expulsar aceite, lo hace que se retarde el secado.

- Luego del análisis comparativo, la muestra 1 obtuvo una resistencia de 10,25 kg/cm², la que alcanzó un rango de resistencia similar al de la muestra de la vivienda de la parroquia de Malacatos.

7.2. Recomendaciones

- La conservación del conocimiento sobre esta técnica es fundamental para que no se pierda definitivamente.
- Incentivar la realización de investigaciones en temas relacionados a fibras naturales y sistemas constructivos a base de tierra, para así poder mantener los saberes ancestrales.
- Recomendar la utilización de materiales biodegradables, como filamentos de las botellas de plástico.
- Utilización de la fibra de cascarilla de café dentro de los tres días, por lo que pasado este tiempo se viene a degradar.
- Realizar más estudios para la comprobación de la calidad del bloque.

BIBLIOGRAFÍA

- (APECAEL), A. A. (Junio de 2014). *Colinas verdes*. Obtenido de Fundaciòn para Conservaciòn y Desarrollo:
http://www.colinasverdes.org/loja_cafe_de_especialidad.php
- Admin. (18 de Septiembre de 2015). *Abcpedia* . Obtenido de construcciones y materiales : <http://www.abcpedia.com/construccion-y-materiales/fibra-de-vidrio>
- Ainox Sas AINOX SAS*. (2016). Obtenido de todo lo relacionado con acero inoxidable : <http://www.ainoxsas.com/tres-curiosidades-del-acero-inoxidable/>
- Angulo Florez, A. M. (s.f.). *Contrucción de mueros en tapia y bahareque y construcción en madera para entrepisos y cubiertas*. Obtenido de Sistema de Biblioteca SENA: http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21_1/alephe/www_f_spa/icon/8830/construccion_muros_tapia_bahareque.html#
- Argilés, J. M. (1992). *La arquitectura de ladrillos del siglo XIX: Racionalidad y modernidad*. 15.
- Arquitectos, H. A. (23 de Diciembre de 2008). *ArchDaily*. Obtenido de <http://www.archdaily.com/10629/nkmip-desert-cultural-centre-hbbh-architects>
- Atilano, M. A. (05 de Julio de 2017). *el super adobe - arquitectura bioambiental*. (M. A. Atilano, Intérprete) Instituto Mexicano del edificio inteligente., Mexicana.
- Balter, M. (11 de Septiembre de 2009). *El habita al hombre*.
- Benavides, M. (16 de Julio de 2013). *EcoSiglos*. Obtenido de Blog de ideas y ecotecnologias inspiradoras. : <http://www.ecosiglos.com/2013/07/tipos-de-sustratos-para-cultivo-hidroponico.html>

Cactus, B. C. (09 de 07 de 2013). *Bioconstrucción casa flor de cactus*. Obtenido de Uncatergorized: <https://casaflordecactus.wordpress.com/page/2/>

Campbell, P. (2004). *Ladrillo, historia universal*. Blume.

Carbonel, A. J. (2012). Exposición FRAGMENTOS. *La construcción del paisaje III. - Cemento, tierra y adobe cónico*. . Fundación Telefónica, Lima. Obtenido de <https://alejandrojaimewordpress.com/instalaciones/>

Censos, I. N. (2011). *Encuesta de edificaciones*. Ecuador.

Contreras Miranda , W., Owen de C, M., Barrios Pérez, E., Rondón Sulbaran, M., Cloquell Ballester, V., & Gatica Ríspoli, Í. (Julio-Diciembre 2010). Conceptos propositos de vivienda sociales en zonas de riesgos en Venezuela y Brasil, a partir de sistemas constructivos tradicionales, madera sólida y productos forestales. *La Revista Forestal Venezolana* , 237.

Cultural, I. N. (2014). *Patrimonio cultural inmaterial*. El Oro-Zamora Chinchipe-Loja : Gráficas Hernández .

Cultural, I. N. (2014). *Patrimonio cultural material*. El Oro - Zamora Chinchipe - Loja: Gráficas Hernández .

Cuprum . (s.f.). Obtenido de <https://cuprum.com/>

Elaboración. (13 de Septiembre de 2014). *Elaboración*. Obtenido de Arquitectura Vernácula y tradicional en Susude, Ecuador : <http://espacioyobjeto.com/espacioyobjeto/2014/09/13/arquitectura-vernacula-y-tradicional-en-susudel-ecuador/>

- Elodiewallers. (09 de 03 de 2014). *tieRAH*. Obtenido de Estudio de la tapia en Restauración de Arquitectura Histórica no monumental – Universidad Politécnica de Valencia: <https://tierrrah.wordpress.com/type/image/>
- Esquenest, A. P. (1986). *La utilizaciòn del adobe en la construcciòn*. Quito - Ecuador.
- Esquenet, A. P. (1986). *La utilizaciòn del adobe en la construcciòn*. Quito.
- Estella, C. G.-P. (s.f.). *Clasificación de fibras*. Barcelona - España : 08635 Sant Esteve Sesrovires .
- Exportaciòn, E. D. (2013). *Anàlisis sectorial de cafè*. Ecuador .
- Exportaciones., E. s.-D. (2013). *Análisis sectorial de safé*. Quito.
- g. (s.f.).
- Garzón, B. V. (julio-diciembre 2007). *Industrialización de la construcción para la vivienda social*. En B. V. Garzón.
- Giles's Laboratory Course in Dyeing, D. D. (1998). *Estrucura física y química de las fibras naturales* . cuarta edición .
- Gutiérrez, A. (19 MAYO,2014). Fibras de coco utilizadas en la construcción. *veo verde*
- Hernández Sampieri, D., Fernández Collado, D., & Baptista Lucio, D. (2010). *Metodologia de la investigaciòn* (5ta. ed.). Mèxico D.F.: Mcgraw-Hill/ Interamericana Editores.
- Idb. (s.f.). *idb*. Obtenido de <https://ingeniero-de-caminos.com/viguetas-prefabricadas-de-hormigon/viguetas-hormigon-pretensado-2/>
- III, H., Vivienda, M. d., Social, M. C., Desarrollo, S. N., & Unidas, S. d. (Octubre 2016). *Posición nacional ecuador frente a la nueva agenda urbana*.

Imcyc. (Junio,2006). *Pruebas de resistencia a la compresión del concreto*. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto.

INEC. (2010). Obtenido de <http://redatam.inec.gob.ec/cgi-bin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=CPV2010&MAIN=WebServerMain.inl>

Infusionistas. (21 de agosto de 2011). *Infusionistas*. Obtenido de <http://infusionistas.com/del-cafe-hasta-la-cascara/>

Interioresymas in analisis, tecnologia. (viernes -16 de diciembre de 2011). *Las fibras vegetales en la construcción*. Obtenido de INTERIORESYMAS: <https://interioresymas.wordpress.com/>

Las fibras naturales de origen animal / II. (s.f.). En *Tecnología e la confección textil* (págs. 1-7).

Loja, M. d. (2014). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial*. Loja-Ecuador .

Lopez, F. R. (s.f.). *SCRIBD, Inc.* Obtenido de SCRIBD, Inc.: <https://es.scribd.com/doc/217938854/fibras-celulosicas-1>

Lozano Lozano, A. (Diciembre 2012). Evolución y uso de Materiales y Sistemas Constructivos. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*.

Matías, R. (24 de Abril de 2017). *rafael Matías* . Obtenido de Tejidos desde 1957: <https://www.rafaelmatias.com/las-fibras-textiles-rafael-matias/lana-fibras-naturales-rafael-matias-tejidos/>

Ministerio de Vivienda, C. y.-P. (s.f.). *Norma E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada*. Perú.

Monari, B. (2004). *Cómo nacen los objetos*.

- Mooney, K. (04 de 07 de 2016). *FaithTap*. Obtenido de FaithTap:
<http://www.faithtap.com/6499/build-charming-creations-from-simple-cement-blocks/?k=1>
- Mundial, C. D. (s.f.). Obtenido de Kotamako, Watan Battamaripa:
<http://whc.unesco.org/ar/list/1140>
- Norma Ecuatoriana de la Construcción. (Diciembre/2014). *Estructuras de madera*. Quito:
Dirección de Comunicación Social, MIDUVI.
- Novidesa. (s.f.). *Archdaily*. Obtenido de Panel Aislante para Muros Divisorios IKOS:
<https://www.archdaily.mx/catalog/mx/products/3136/panel-aislante-para-muros-divisorios-ikos-novidesa>
- Ochoa, A., & Jimenez, A. (Diciembre,2015). Reutilización del bagazo de la caña de azúcar en la elaboración de tableros y su aplicación en las paredes, pisos y cielo falso. *Perspectiva - Revista del Colegio de Arquitectos de Loja*. , 19-21.
- Ojolin. (s.f.). *Bottoli*. Obtenido de http://www.lanificiobottoli.com/fibre_vegetali.html
- Panel de fibra vegetal para la división de espacios interiores. (s.f.). En R. N. Enrique. Loja.
- Ramón, C. (2012). Ingenieros valencianos crean nuevos materiales construcción con fibras naturales. *Empresas, Inmobiliario y Construcción*.
- Revista digital apuntes de arquitectura*. (Marzo de 2011). Obtenido de <http://apuntesdearquitecturadigital.blogspot.com/2010/06/historia-de-la-vivienda-edad-de-piedra.html>
- Ruzzier, J. (18 de Enero de 2013). Obtenido de Ecológicos:
<http://www.comohacer.info/como-hacer-ladrillos-de-adobe-o-barro-ecologicos/>

S, V. G. (05 de 03 de 2012). *Arquitectura comprometida*. Obtenido de <http://arquitecturacomprometida.blogspot.com/2012/03/sistemas-constructivos-el-adobe.html>

Salinas, E. (30 de 07 de 2014). *Grupo ONVI Noticias* . Obtenido de Adobe la forma artesanal de hacer casas: <http://old.nvinoticias.com/oaxaca/vida/tendencias/224620-adobe-forma-artesanal-hacer-casasne>

Semplades. (2013-2017). *Plan nacional para el buen vivir*. Quito, Ecuador: primera edición, 11000 ejemplares.

Sostenible, A. (11 de Mayo de 2016). *EcoInventos green technology* . Obtenido de <http://ecoinventos.com/kenaf-la-planta-multiusos/>

Strike, J. (2004). *De la contrucción a los proyectos - La influencia de las nuevas técnicas en el diseño arquetctónico 1700- 2000*. Barcelona: Editorial Reverté, S.A.

Tapia , C., Paredes, C., Simbaña , A., & Bermúdez, J. (Octubre,2016). Aplicación de las Fibras Naturales en el Desarrollo de Materiales Compuestos y como Biomasa. *Tecnologica ESPOL - Vol.19*, pág 113-120.

Tapia, Y. (28 de Noviembre de 2012). Obtenido de Blogger : <http://sistemaconstructivo.blogspot.com/>

Tejo lo que hilo . (s.f.). Obtenido de <http://tejoloquehilo.es/es/comprar-fibras-animales-y-metalicas/535-comprar-fibra-metalica-de-colores.html>

Tejo lo que Hilo . (s.f.). Obtenido de Tejo lo que Hilo : <http://tejoloquehilo.es/es/comprar-fibras-animales-y-metalicas/535-comprar-fibra-metalica-de-colores.html>

- Tsai, H. I. (2014). U-m center for latin american and caribbean studies. En H. I. Tsai, *Adobes y la organización del trabajo en la costa norte del Perú* (págs. 133-169). Michigan. Obtenido de TRANSLATING THE AMERICAS: <https://quod.lib.umich.edu/l/lacs/12338892.0002.004/--adobes-y-la-organizacion-del-trabajo-en-la-costa-norte-del?rgn=main;view=fulltext>
- Tuerca, V. d. (02 de Marzo de 2016). *Decoración interiores, materiales*. Obtenido de <http://vueltadetuerca.net/fibras-naturales-vs-sinteticas/>
- UBA, C. d.–C.–S.–F. (2007). *Construcción con tierra 3*. Buenos Aires, Argentina: Centro de Investigación Habitat y Energía-CIHE-SI-FADU-UDA. Ciudad Universitaria, Pabellón III, 4to piso, (C1428) Buenos Aires.
- Unidas, N. (3 a 14 de junio de 1996). *Conferencia de las Naciones Unidas sobre los asentamientos humanos (HABITAT II)*. Estambul (Turquía).
- Valle, M. d. (14 de Octubre de 2010). Obtenido de La Granulometria : <https://matdeconstruccion.wordpress.com/2010/10/14/la-granulometria/>
- Velez, S. (s.f.). Simbolo y búsqueda de lo primitivo. En A. y. Colombia, *Actualidad de la construcción de Guadua en Colombia* (págs. 250-352). Colombia .
- Viatour, L. (20 de Noviembre de 2006). *Wikipedia*. Obtenido de Firewood to dry Luc Viatour.jpg: https://es.wikipedia.org/wiki/Madera#/media/File:Firewood_to_dry_Luc_Viatour.jpg
- Wikipedia* . (Septiembre de 2017). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Lana>
- Yépez Tambaco, D. A. (2012). Análisis de la arquitectura vernácula del Ecuador: Propuestas de una arquitectura contemporánea sustentable. En D. A. Yépez

Tambaco, *Análisis de la arquitectura vernácula del Ecuador: Propuestas de una arquitectura contemporánea sustentable* (págs. 1-58). Cataluña.

ANEXOS

Anexo 1.- Norma Ecuatoriana de la Construcción en estructuras de madera.

Entre las normas ecuatorianas podemos resaltar los siguientes códigos:

ESTRUCTURAS DE MADERA – CÓDIGO NEC-SE-MD

Alcances y requisitos generales

- Alcances. - la norma establece la regulación de carácter de forma, tamaño, calidad y tipo, las condiciones mínimas de uso de la madera, para garantizar la utilización con un grado de seguridad, para los usuarios que están ocupando este tipo de edificaciones que se encuentran construidas con madera.

Los requisitos establecidos en la presente norma son aplicables:

- A las edificaciones en las cuales la estructura es aplicable
- A los elementos de madera de las edificaciones mixtas, aquellas donde la estructura está hecha parcialmente con madera, complementada con otros materiales como hormigón, acero o mampostería.
- Aplicabilidad y responsabilidad. - La Norma Ecuatoriana de Construcción es aplicada en todo el territorio nacional, en todo lo relacionado con construcción de edificaciones en las cuales se emplee la madera como material estructural.

La construcción de edificaciones que utilicen estructuras de madera, así como los proveedores de madera estructural que dispongan la guía de movilización emitida por el Ministerio del Ambiente.

- Método de diseño estructural. -

En el análisis y diseño de las estructuras de madera deberán respetarse los principios básicos de la mecánica estructural. Se utilizarán procedimientos convencionales de análisis lineal y elástico.

Los esfuerzos producidos por las cargas aplicadas serán calculados considerando el material como homogéneo, isotrópico y de comportamiento lineal, y con las hipótesis habituales de la teoría de vigas.

En el diseño de estructuras de madera todos los cálculos se harán con base en las dimensiones reales de los elementos utilizados, teniendo en cuenta las reducciones.

En ningún caso se deben utilizar estructuras de madera cuando la temperatura a la cual van a estar sometidas excede 65°C .

En ningún caso se deben utilizar estructuras de madera cuando la temperatura a la cual van a estar sometidas excede 65°C .

Se considera que el diseño se hace con madera aserrada. El diseño con madera rolliza puede ser considerado si se dispone de información de laboratorio que respalde el diseño en ese estado del material. Los resultados de los ensayos de laboratorio, en probetas pequeñas libres de defectos son compatibles con la madera aserrada, no así con la rolliza porque en ésta se incluyen partes del árbol, que no forman parte de las probetas pequeñas libres de defectos, según expresamente se indican en las normas generalmente aceptadas.

La información sobre los tableros se encuentra en las normas referentes citadas en la sección:

De otro lado se pueden usar piezas estructurales de madera laminada, a condición de disponer información consistente de los adhesivos y de la

técnica para la elaboración de las piezas: vigas, columnas, pórticos etc. Debe ponerse énfasis en las uniones de las láminas que conformarán la pieza, a fin de garantizar la continuidad de su resistencia.

NOTA: El comportamiento de la madera a la aplicación de los esfuerzos no sigue, en general, la Ley de Hooke, sin embargo, para los niveles de sollicitación a los que normalmente se la utiliza se propiedades Físico-Mecánicas.

Requisitos de diseño. -

Todos los elementos de una estructura deberán ser diseñados, contruidos y empalmados para resistir los esfuerzos producidos por las combinaciones de cargas de servicio consignadas en la NEC-SE-CG.

El diseño de los elementos de madera debe hacerse por el método de esfuerzos admisibles, que exige como mínimo que:

- Los elementos estructurales sean diseñados para que los esfuerzos resultantes de la aplicación de las cargas de servicio sean menores o iguales a los esfuerzos admisibles del material.
- Las deformaciones en los elementos con la aplicación de las cargas de servicio sean menores o iguales a las deformaciones admisibles. Sin embargo debe tomarse en cuenta las deformaciones diferidas debido a cargas permanentes, para que la deformación total sea adecuada.

REQUISITOS DE RIGIDEZ

Las deformaciones deben evaluarse para cargas de servicio. Se debe considerar los incrementos de deformación con el tiempo (deformaciones deferidas) por acción de cargas aplicadas continuamente.

Se precisa que el módulo de elasticidad es aplicable para elementos de madera en flexión, tracción o compresión paralela a las fibras.

USO DE LA MADERA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

Procedencia del material.

La Autoridad Forestal del Ecuador deberá controlar, en los depósitos e industrias de la madera en todo el país, la procedencia legal de la madera a utilizarse en la construcción de viviendas y otras edificaciones, que utilicen la madera como material estructural, conforme a lo expuesto en la sección 3.1.4.

Establecimientos autorizados.

La Dirección Nacional Forestal, extenderá la guía de movilización, a los interesados que cumplan con los requisitos previstos.

Se destacan los siguientes puntos:

- Abastecerse de madera proveniente de Programas de aprovechamiento y de corta, autorizados por el Ministerio del Ambiente, es decir de procedencia legal.
- Como mínimo, se deberán demostrar las buenas condiciones del secado de la madera (disposiciones, condiciones, tiempos y adecuación de la especie de la madera para secado natural, o infraestructura de secado al horno), y método y producto de preservación, caso sea necesaria (véase las secciones 3.5 y 3.6).
- Estar dispuestos a asumir las responsabilidades civiles y penales que se deriven del uso de materiales defectuosos.

Toda persona natural o jurídica, responsable de la construcción de edificaciones con material estructural de madera, deberá proveerse del material, en los establecimientos de comercio de madera estructural, autorizados por la Autoridad Nacional Forestal.

DURABILIDAD Y PRESERVACIÓN

Preliminar.

Se destaca que la durabilidad de las estructuras de madera dependerá de varios factores, que el diseñador deberá tomar en cuenta:

- Durabilidad natural de la especie elegida, necesidad de preservación (o no) e Impregnabilidad de la misma;
- Tipo de uso en servicio, clima
- Protección por el diseño.

Ataques biológicos

La madera por ser un material orgánico y natural, constituido principalmente por celulosa y lignina, si es sometida a ciertas condiciones de humedad, temperatura y oxígeno puede ser degradada.

A dichas condiciones ambientales pueden invadir ciertos sectores de la madera, como:

Ataque de hongos xilófagos (pudrición), mohos y hongos cromógenos (atacan la madera con contenido de humedad superior al punto de saturación de las fibras (27 a 32% de CH).

Insectos xilófagos.

a. Agentes destructores de la madera.

Los agentes destructores de la madera son:

- Hongos xilófagos: son aquellos capaces de desintegrar las paredes celulares, y por lo tanto, sus características físicas, químicas y mecánicas, ocasionando la pudrición de la madera.
- Mancha azul: no genera en sí una pudrición, puesto que no ataca directamente las paredes celulares. Sin embargo, puede ser el inicio de una pudrición verdadera. La mancha azul o azulada como también se la conoce, presupone la presencia de agua o humedad mayor al 24 %.

b. Insectos xilófagos

Existe gran variedad de insectos xilófagos, que en forma casi exclusiva atacan la madera. Hacen perforaciones, especialmente en la albura, porque el duramen tiene generalmente una resistencia mayor al ataque y a la penetración.

Las perforaciones producidas contribuyen a acelerar el proceso de pudrición ocasionado por esta clase de hongos.

Durabilidad natural

La durabilidad natural de la madera depende principalmente de la especie y de la zona del tronco de donde ha sido extraída (clima, suelo, etc.).

Generalmente el duramen contiene sustancias tóxicas como las fenólicas, por ejemplo, que rechazan a los agentes biológicos que quieran invadirla.

En su estado natural la albura se considera no durable.

A fin de determinar la relación que existe entre la durabilidad natural y la tratabilidad de una madera, se han establecido 5 categorías, las cuales se basan en porcentajes de pérdidas de peso por la acción de los hongos.

Las 5 categorías de durabilidad natural (determinadas mediante ensayos de campo), son las siguientes:

1. Altamente resistentes,
2. Resistentes,
3. Moderadamente resistentes,
4. Muy poco resistentes,
5. No resistentes.

Se precisa que, mediante ensayos de laboratorio, se puede determinar la durabilidad relativa, que clasifica la misma característica tal como sigue:

1. Muy resistentes
2. Resistentes
3. Moderadamente resistentes. (Norma Ecuatoriana de la Construcción,

Diciembre/2014).

Anexo 2.- Encuesta del censo 2010 del total de viviendas con distintos materiales en el Cantón Loja.

Material de paredes exteriores								
Base de datos: Ecuador: Censo de Población y Vivienda 2010								
Área Geográfica: Selección\PROVIN_11.sel								
Título: Material de paredes exteriores								
Frecuencia: de Material de paredes exteriores								
	Hormigón	Ladrillo o bloque	Adobe o tapia	Madera	Caña revestida o bahareque	Caña no revestida	Otros materiales	Total
Área Urbana	6930	44565	8588	2158	378	26	80	62725
Área Rural	603	14477	31522	1893	2181	161	146	50983
Total	7533	59042	40110	4051	2559	187	226	113708

Fuente: CENSO DE POBLACION Y VIVIENDA 2010.

Elaborado por: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS - INEC, ECUADOR.

Anexo 3.- Encuesta del censo de 1990 del material de la pared de las viviendas del Área Rural

PAREDES EXTERIORES			
AREA # 110150	LOJA		
PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	15131	66	66
Adobe	6291	27	93
Madera	1106	5	98
Caña revestida	346	2	100
Caña no revestida	36	0	100
Otros	54	0	100
Total	22964	100	100
NSA :	2940		
AREA # 110151	CHANTACO		
PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	8	2	2
Adobe	388	97	99
Madera	2	1	99
Caña revestida	3	1	100
Caña no revestida	1	0	100
Total	402	100	100
NSA :	221		
AREA # 110152	CHUQUIRIBAMBA		
PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	12	2	2
Adobe	766	96	98
Madera	2	0	98
Caña revestida	15	2	100
Total	795	100	100
NSA :	517		
AREA # 110153	EL CISNE		
PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	53	12	12
Adobe	362	83	95
Madera	6	1	97

Caña revestida	12	3	99
Otros	3	1	100
Total	436	100	100
NSA :	408		
AREA # 110154	GUALEL		
PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	3	1	1
Adobe	529	98	98
Madera	1	0	98
Caña revestida	7	1	100
Caña no revestida	1	0	100
Otros	1	0	100
Total	542	100	100
NSA :	150		
AREA # 110155	JIMBILLA		
PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	45	14	14
Adobe	112	35	49
Madera	12	4	53
Caña revestida	146	45	98
Caña no revestida	5	2	100
Otros	1	0	100
Total	321	100	100
NSA :	134		
AREA # 110156	MALACATOS (VALLADOLID)		
PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	225	18	18
Adobe	945	74	91
Madera	57	4	96
Caña revestida	49	4	100
Caña no revestida	5	0	100
Total	1281	100	100
NSA :	536		
AREA # 110157	SAN LUCAS		
PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	29	3	3

Adobe	122	13	16
Madera	471	50	66
Caña revestida	302	32	98
Caña no revestida	1	0	98
Otros	18	2	100
Total	943	100	100
NSA :	1097		
AREA # 110158	SAN PEDRO DE VILCABAMBA		
PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	38	12	12
Adobe	265	85	97
Madera	2	1	98
Caña revestida	7	2	100
Total	312	100	100
NSA :	121		
AREA # 110159	SANTIAGO		
PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	39	8	8
Adobe	264	57	65
Madera	5	1	66
Caña revestida	155	33	100
Caña no revestida	1	0	100
Otros	1	0	100
Total	465	100	100
NSA :	243		
AREA # 110160	TAQUIL (MIGUEL RIOFRIO)		
PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	116	17	17
Adobe	355	53	71
Madera	73	11	82
Caña revestida	118	18	100
Caña no revestida	1	0	100
Otros	1	0	100
Total	664	100	100
NSA :	254		
AREA # 110161	VILCABAMBA		

PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	139	18	18
Adobe	564	73	91
Madera	26	3	94
Caña revestida	39	5	99
Caña no revestida	2	0	100
Otros	2	0	100
Total	772	100	100
NSA :	246		
AREA # 110162	YANGANA (ARSENIO CASTILLO)		
PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	53	9	9
Adobe	485	84	93
Madera	10	2	95
Caña revestida	24	4	99
Caña no revestida	4	1	100
Otros	2	0	100
Total	578	100	100
NSA :	255		
RESUMEN			
PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	15891	52	52
Adobe	11448	38	90
Madera	1773	6	96
Caña revestida	1223	4	100
Caña no revestida	57	0	100
Otros	83	0	100
Total	30475	100	100
NSA :	7122		
Procesado con Redatam+SP			
CEPAL/CELADE 2003-2007			

Fuente: CENSO DE POBLACION Y VIVIENDA 2010.

Elaborado por: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS - INEC, ECUADOR.

Anexo4.- Encuesta del censo del 2001 del material de las paredes de las viviendas del Área Rural.

PAREDES EXTERIORES			
AREA # 110150	LOJA		
PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	2140	42	42
Adobe	2113	42	84
Madera	544	11	95
Caña revestida	255	5	100
Caña no revestida	3	0	100
Otros	8	0	100
Total	5063	100	100
NSA :	1692		
AREA # 110151	CHANTACO		
PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	56	16	16
Adobe	296	83	98
Madera	2	1	99
Caña revestida	4	1	100
Total	358	100	100
NSA :	261		
AREA # 110152	CHUQUIRIBAMBA		
PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	120	16	16
Adobe	609	81	97
Madera	21	3	100
Caña revestida	2	0	100
Total	752	100	100
NSA :	525		
AREA # 110153	EL CISNE		
PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	151	35	35
Adobe	258	60	95
Madera	16	4	99
Caña revestida	4	1	100

Total	429	100	100
NSA :	482		
AREA # 110154	GUALEL		
PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	132	21	21
Adobe	470	76	98
Madera	10	2	99
Caña revestida	4	1	100
Total	616	100	100
NSA :	273		
AREA # 110155	JIMBILLA		
PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	63	22	22
Adobe	120	41	63
Madera	34	12	75
Caña revestida	74	25	100
Total	291	100	100
NSA :	212		
AREA # 110156	MALACATOS (VALLADOLID)		
PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	530	36	36
Adobe	824	57	93
Madera	69	5	98
Caña revestida	31	2	100
Otros	1	0	100
Total	1455	100	100
NSA :	1017		
AREA # 110157	SAN LUCAS		
PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	152	16	16
Adobe	387	41	57
Madera	197	21	78
Caña revestida	209	22	100
Otros	1	0	100
Total	946	100	100

NSA :	840		
AREA # 110158	SAN PEDRO DE VILCABAMBA		
PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	72	24	24
Adobe	221	73	97
Madera	6	2	99
Caña revestida	4	1	100
Total	303	100	100
NSA :	195		
AREA # 110159	SANTIAGO		
PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	63	15	15
Adobe	262	63	78
Madera	19	5	82
Caña revestida	75	18	100
Total	419	100	100
NSA :	336		
AREA # 110160	TAQUIL (MIGUEL RIOFRIO)		
PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	190	26	26
Adobe	461	62	88
Madera	21	3	90
Caña revestida	72	10	100
Total	744	100	100
NSA :	403		
AREA # 110161	VILCABAMBA (VICTORIA)		
PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	278	28	28
Adobe	668	68	96
Madera	20	2	98
Caña revestida	16	2	100
Otros	2	0	100
Total	984	100	100
NSA :	467		
AREA # 110162	YANGANA (ARSENIO CASTILLO)		

PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	64	19	19
Adobe	255	76	95
Madera	16	5	100
Caña revestida	1	0	100
Total	336	100	100
NSA :	210		
AREA # 110163	QUINARA		
PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	41	14	14
Adobe	236	82	96
Madera	6	2	98
Caña revestida	5	2	100
Total	288	100	100
NSA :	122		
RESUMEN			
PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	4052	31	31
Adobe	7180	55	87
Madera	981	8	94
Caña revestida	756	6	100
Caña no revestida	3	0	100
Otros	12	0	100
Total	12984	100	100
NSA :	7035		
Procesado con Redatam+SP			
CEPAL/CELADE 2003-2011			

Fuente: CENSO DE POBLACION Y VIVIENDA 2010.

Elaborado por: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS - INEC, ECUADOR.

Anexo 5.- Encuesta del censo 2010 del material de la pared de la vivienda del Área Rural.

Material de paredes exteriores			
Base de datos: Ecuador: Censo de Población y Vivienda 2010			
Filtro: VIVIENDA.UR=2			
Área Geográfica: Selección\PROVIN_11.sel			
Título: Material de paredes exteriores			
Frecuencia: de Material de paredes exteriores			
AREA # 110150	LOJA		
Material de paredes exteriores	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	39	2	2
Ladrillo o bloque	1013	42	44
Adobe o tapia	984	41	85
Madera	326	14	98
Caña revestida o bahareque	38	2	100
Otros materiales	8	0	100
Total	2408	100	100
NSA :	1073		
AREA # 110151	CHANTACO		
Material de paredes exteriores	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	2	1	1
Ladrillo o bloque	42	12	12
Adobe o tapia	2	84	96
Madera	10	3	99
Caña revestida o bahareque	5	1	100
Total	360	100	100
NSA :	333		
AREA # 110152	CHUQUIRIBAMBA		
Material de paredes exteriores	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	7	1	1
Ladrillo o bloque	90	12	13
Adobe o tapia	656	85	98
Madera	6	1	99
Caña revestida o bahareque	7	1	100
Otros materiales	3	0	100
Total	769	100	100
NSA :	621		
AREA # 110153	EL CISNE		
Material de paredes exteriores	Casos	%	Acumulado %

Hormigón	8	2	2
Ladrillo o bloque	174	35	36
Adobe o tapia	299	59	96
Madera	16	3	99
Caña revestida o bahareque	4	1	100
Otros materiales	2	0	100
Total	503	100	100
NSA :	517		
AREA # 110154	GUALEL		
Material de paredes exteriores	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	4	1	1
Ladrillo o bloque	32	5	6
Adobe o tapia	599	94	99
Madera	3	0	100
Otros materiales	2	0	100
Total	640	100	100
NSA :	375		
AREA # 110155	JIMBILLA		
Material de paredes exteriores	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	5	2	2
Ladrillo o bloque	82	28	30
Adobe o tapia	138	47	77
Madera	26	9	86
Caña revestida o bahareque	38	13	99
Otros materiales	2	1	100
Total	291	100	100
NSA :	274		
AREA # 110156	MALACATOS (VALLADOLID)		
Material de paredes exteriores	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	39	2	2
Ladrillo o bloque	865	47	49
Adobe o tapia	858	47	96
Madera	42	2	98
Caña revestida o bahareque	23	1	100
Otros materiales	9	0	100
Total	1836	100	100
NSA :	1456		
AREA # 110157	SAN LUCAS		

Material de paredes exteriores	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	16	1	1
Ladrillo o bloque	152	14	15
Adobe o tapia	607	56	71
Madera	233	21	93
Caña revestida o bahareque	77	7	100
Caña no revestida	1	0	100
Otros materiales	1	0	100
Total	1087	100	100
NSA :	885		
AREA # 110158	SAN PEDRO DE VILCABAMBA		
Material de paredes exteriores	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	23	6	6
Ladrillo o bloque	99	27	33
Adobe o tapia	236	64	97
Madera	8	2	99
Caña revestida o bahareque	4	1	100
Caña no revestida	1	0	100
Total	371	100	100
NSA :	260		
AREA # 110159	SANTIAGO		
Material de paredes exteriores	Casos	%	Acumulado %
Ladrillo o bloque	117	31	31
Adobe o tapia	218	58	89
Madera	9	2	92
Caña revestida o bahareque	27	7	99
Caña no revestida	3	1	100
Otros materiales	1	0	100
Total	375	100	100
NSA :	397		
AREA # 110160	TAQUIL (MIGUEL RIOFRIO)		
Material de paredes exteriores	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	9	1	1
Ladrillo o bloque	277	31	32
Adobe o tapia	547	61	92
Madera	34	4	96
Caña revestida o bahareque	37	4	100
Total	904	100	100
NSA :	485		

AREA # 110161	VILCABAMBA (VICTORIA)		
Material de paredes exteriores	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	39	3	3
Ladrillo o bloque	460	37	40
Adobe o tapia	731	58	98
Madera	12	1	99
Caña revestida o bahareque	11	1	100
Caña no revestida	2	0	100
Otros materiales	2	0	100
Total	1257	100	100
NSA :	600		
AREA # 110162	YANGANA (ARSENIO CASTILLO)		
Material de paredes exteriores	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	6	2	2
Ladrillo o bloque	122	31	33
Adobe o tapia	249	64	97
Madera	11	3	99
Caña revestida o bahareque	1	0	100
Otros materiales	1	0	100
Total	390	100	100
NSA :	221		
AREA # 110163	QUINARA		
Material de paredes exteriores	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	3	1	1
Ladrillo o bloque	110	31	32
Adobe o tapia	235	67	99
Madera	2	1	100
Otros materiales	1	0	100
Total	351	100	100
NSA :	157		
AREA # 110352	GUAYQUICHUMA		
Material de paredes exteriores	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	2	2	2
Ladrillo o bloque	45	37	39
Adobe o tapia	68	56	95
Madera	5	4	99
Caña no revestida	1	1	100
Total	121	100	100

NSA :	93		
--------------	-----------	--	--

Fuente: CENSO DE POBLACION Y VIVIENDA 2010.

Elaborado por: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS - INEC, ECUADOR.

Anexo 6.- Encuesta del censo de 1990 del material de pared de las viviendas del Área Urbanas

PAREDES EXTERIORES			
AREA # 1101	LOJA		
PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	1652	15	15
Adobe	7162	66	81
Madera	860	8	89
Caña revestida	1071	10	99
Caña no revestida	44	0	100
Otros	30	0	100
Total	10819	100	100
NSA :	5130		
RESUMEN			
PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	1652	15	15
Adobe	7162	66	81
Madera	860	8	89
Caña revestida	1071	10	99
Caña no revestida	44	0	100
Otros	30	0	100
Total	10819	100	100
NSA :	5130		
Procesado con Redatam+SP			
CEPAL/CELADE 2003-2007			

Fuente: CENSO DE POBLACION Y VIVIENDA 2010.

Elaborado por: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS - INEC, ECUADOR

Anexo 7.- Encuesta del censo del 2001 del material de pared de las viviendas del Área Urbana

PAREDES EXTERIORES			
AREA # 110150	LOJA		
PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	23230	82	82
Adobe	3055	11	92
Madera	1166	4	96
Caña revestida	284	1	97
Caña no revestida	2	0	97
Otros	729	3	100
Total	28466	100	100
NSA :	3240		
RESUMEN			
PAREDES EXTERIORES	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	23230	82	82
Adobe	3055	11	92
Madera	1166	4	96
Caña revestida	284	1	97
Caña no revestida	2	0	97
Otros	729	3	100
Total	28466	100	100
NSA :	3240		
Procesado con Redatam+SP			
CEPAL/CELADE 2003-2011			

Fuente: CENSO DE POBLACION Y VIVIENDA 2010.

Elaborado por: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS - INEC, ECUADOR

Anexo 8.- Encuesta del censo del 2010 del material de pared de las viviendas del Área Urbana

Material de paredes exteriores			
CEPAL/CELADE Redatam+SP 4/26/2018			
Base de datos			
Ecuador: Censo de Población y Vivienda 2010			
Filtro			
VIVIENDA.UR=1			
Área Geográfica			
Selección\PROVIN_11.sel			
Título			
Material de paredes exteriores			
Frecuencia			
de Material de paredes exteriores			
AREA # 110150	LOJA		
Material de paredes exteriores	Casos	%	Acumulado %
Hormigón	5626	13	13
Ladrillo o bloque	31526	73	86
Adobe o tapia	3910	9	95
Madera	1900	4	99
Caña revestida o bahareque	166	0	100
Caña no revestida	20	0	100
Otros materiales	39	0	100
Total	43187	100	100
NSA :	8728		

Fuente: CENSO DE POBLACION Y VIVIENDA 2010.

Elaborado por: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS - INEC, ECUADOR.

Anexo 9.- NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA.

Artículo 1.- Alcance

La norma tiene un alcance para la elaboración de materiales de construcción para edificaciones de tierra reforzada (adobe reforzado y tapial reforzado), que tengan características mecánicas los materiales para la construcción de edificaciones de tierra reforzada en muros de adobe y tapial, de acuerdo a la filosofía de diseño sismo resistente.

La norma se orienta al diseño, construcción, reparación y reforzamiento de edificaciones de tierra reforzada, inspirada en el desarrollo de una cultura de prevención de desastres y en la búsqueda de soluciones económicas, seguras, durables, confortables y de fácil difusión.

Artículo 2.- Objeto

- Establecer requisitos y criterios técnicos de diseño y construcción para edificaciones de tierra reforzada.
- Conferir seguridad sísmica a la construcción de edificaciones de tierra reforzada, mediante una filosofía de diseño que defina un comportamiento estructural adecuado.
- Conceder durabilidad a las edificaciones de tierra reforzada frente a los fenómenos naturales y antrópicos.
- Promover las características de la construcción de edificaciones de tierra reforzada, su accesibilidad, bajo costo, virtudes ecológicas y medio ambientales, bajo consumo energético aislamiento térmico y acústico, sus formas tradicionales y texturas rústicas.

CAPÍTULO II CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES DE TIERRA REFORZADA

Artículo 4.- Consideraciones básicas

- Las edificaciones de tierra reforzada no deben ubicarse en zonas de alto riesgo de desastre, especialmente con peligros tales como: inundaciones, avalanchas, aluviones y huaycos. No se debe construir en suelos con inestabilidad geológica.
- Las edificaciones de tierra reforzada deben ser de un piso en las zonas sísmicas 4 y 3, y hasta de dos pisos en las zonas sísmicas 2 y 1, según los distritos y provincias establecidos en el Anexo N° 1 de la Norma E.030 Diseño Sismo resistente sobre zonificaciones Sísmicas, aprobado por Decreto Supremo N° 003-2016-VIVIENDA.

Artículo 6.- Criterios de congelación de las edificaciones de tierra reforzada

Las edificaciones de tierra reforzada, deben cumplir con los siguientes criterios de configuración:

6.1 Muros anchos para su mayor resistencia y estabilidad frente al volteo. El espesor mínimo del muro es de 0.40 m. Solo para el tipo de muro indicado en el Esquema 3 de la Figura 4, puede utilizarse un espesor mínimo de 0.38 m según se muestra en el aparejo correspondiente.

6.2 Los muros deben tener arriostres horizontales (entrepisos y techos) así como arriostres verticales (contrafuerte o muros transversales) según la Figura 2.

Anexo 10.- Norma ASTM C 136 Método de ensayo de Granulometría

**NORMA
TÉCNICA**

COGUANOR

NTG 41010-h1

GUATEMALTECA

Método de Ensayo. Análisis granulométrico por tamices de los agregados fino y grueso.

Esta norma es esencialmente equivalente a la norma ASTM C136-06, la cual fue revisada con el conocimiento y experiencia de los integrantes del CTN de Concreto.

1. OBJETO

1.1 Este método de ensayo cubre la determinación por tamizado de la distribución por tamaño de partículas de agregados finos y gruesos.

1.2 Ciertas especificaciones para agregados que referencia este método de ensayo, contienen los requisitos de graduación incluyendo ambas fracciones: fina y gruesa. Las instrucciones están incluidas para el análisis por mallas de tales agregados.

1.3 Los valores indicados en unidades del SI o en unidades libras pulgadas deben ser considerados como los normalizados. Dentro del texto, las unidades del sistema inglés son mostradas entre paréntesis. Los valores indicados en cada sistema pueden no ser exactamente equivalentes; por lo tanto, cada sistema debe ser usado independientemente uno del otro. La combinación de valores de los dos sistemas puede resultar en una no conformidad con la norma.

1.4 Esta norma no tiene el propósito de tratar todos los problemas y cuidados asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma el establecer las prácticas apropiadas de salud y seguridad y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reguladores antes de su uso.

1.5 El texto de esta norma cita notas y notas a pie de página que proveen material explicativo. Estas notas y notas al pie de página (excluyendo aquellas en tablas y figuras) no deben ser consideradas como requisitos de esta norma.

RESUMEN DEL MÉTODO DE ENSAYO

4.1 Una muestra de ensayo de agregado seco de masa conocida se separa a través de una serie de mallas de aberturas progresivamente más pequeñas para la determinación de la distribución por tamaño de partículas.

5. SIGNIFICADO Y USO

5.1. Este método de ensayo se utiliza para determinar la graduación de materiales propuestos para su uso como agregados o que están siendo utilizados como agregados. Los resultados se usan para determinar la conformidad de la distribución por tamaños de partículas con los requisitos aplicables de la especificación requerida y para proporcionar los datos necesarios para el control de la producción de varios productos de agregados y de mezclas que contengan agregados. Los datos también pueden ser útiles para desarrollar relaciones concernientes a la porosidad y al acomodo de partículas.

5.2 La determinación exacta de material más fino que la malla de 75 μm (malla No.200) no puede lograrse utilizando únicamente este método de

ensayo. Se debe emplear el método de ensayo de la norma ASTM C 117 para materiales más finos que la malla de 75 μm por lavado.

5.3 Para agregados muy pesados, referirse a los métodos de muestreo y ensayo de la norma ASTM C637.

6. EQUIPO

6.1 Balanzas

Las balanzas utilizadas en ensayos de agregados gruesos y finos, deben tener una lectura y una exactitud como sigue:

6.1.1 Para agregado fino, legible a 0,1 g y exactitud de 0,1 g o 0,1 % de la masa de ensayo, cualquiera que sea mayor, en cualquier punto dentro del rango de uso.

6.1.2 Para agregado grueso, o mezcla de agregado grueso y fino, legible y exactitud de 0,5 g o 0,1 % de la masa de ensayo, cualquiera que sea mayor, en cualquier punto dentro del rango de uso.

Tamices

El paño de cedazo o malla debe estar montado en un marco sólido construido de manera que se impida la pérdida de material durante el tamizado. El paño de cedazo y los marcos de tamices estándar deben cumplir con los requisitos de la norma ASTM E11. Los marcos de tamices no estandarizados, deben también cumplir con los requisitos de la norma ASTM E11.

Nota 1 – Se recomienda que los cedazos o mallas montados en marcos más grandes que el marco estándar de 203,2 mm (8 pulg.) de diámetro sean utilizados en el ensayo de agregados gruesos para reducir la posibilidad de sobrecargar los tamices. Ver apartado 8.3.

6.3 Agitador mecánico de tamices

Un dispositivo tamizador mecánico, si se utiliza, debe producir un movimiento de los tamices que provoque que las partículas reboten, caigan o giren de manera que presenten diferentes orientaciones a la superficie de tamizado. La acción de tamizado en un período razonable de tiempo, será tal que se cumpla el criterio para el adecuado tamizado (criterio de suficiencia) descrito en el apartado 8.4.

Nota 2 – Se recomienda el uso de un agitador mecánico de tamices, cuando el tamaño de la muestra de ensayo es de 20 kg o mayor, y puede ser usado para muestras de ensayo más pequeñas, incluyendo agregado fino. Un tiempo excesivo (más de 10 min. aproximadamente) para lograr un tamizado adecuado puede provocar una degradación inadecuada del espécimen. El mismo agitador mecánico de mallas puede no ser práctico para todos los tamaños de muestras de ensayo, puesto que las grandes áreas de tamizado requeridas para un tamizado práctico de un agregado grueso de gran tamaño nominal puede dar por resultado la pérdida de una porción de la muestra si se usa para muestras pequeñas de agregado grueso o agregado fino.

6.4 Horno

Un horno de tamaño apropiado capaz de mantener una temperatura uniforme de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($230\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 9\text{ }^{\circ}\text{F}$).

7. MUESTREO

7.1 Se debe muestrear el agregado de acuerdo con la norma ASTM D75. El tamaño de la muestra de campo será la cantidad mostrada en la norma ASTM D75 o cuatro veces la cantidad requerida en los apartados 7.4 y 7.5 (excepto lo modificado en 7.6), cualquiera que sea mayor.

7.2 Se debe mezclar completamente la muestra y reducirla hasta una cantidad adecuada para ensayar utilizando los procedimientos aplicables descritos en la norma ASTM C702. La muestra de ensayo debe ser aproximadamente la cantidad indicada cuando se seque y debe ser el resultado final de la reducción. No debe permitirse la reducción a una cantidad exacta predeterminada.

Nota 3 – Donde el análisis por tamices, incluyendo la determinación de material más fino que el tamiz de 75 μm , es el único propósito del ensayo, el tamaño de la muestra puede ser reducido en el campo para evitar enviar cantidades excesivas de material adicional al laboratorio.

Anexo 11.- Pruebas Laboratorio de Muestras 1

**"GEOCONS" LABORATORIO***Geotecnia - Consultora & Constructora*

Telf: 072-540907

Cel: 0994974048

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ADOQUINES

PROYECTO:	REGISTRO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS CON FIBRAS NATURALES EN EL CANTÓN LOJA, ENSAYO Y PROPUESTA DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO		
SOLICITA	MARÍA FERNANDA RÍOS		
CARACTERÍSTICAS:	ADOBE ESTRUCTURAL		
UBICACIÓN	CANTÓN LOJA, PROVINCIA DE LOJA	FECHA	29-ago.-17

REPORTE DE RESULTADOS:

Nº ADOQUIN	ELEMENTO Y UBICACIÓN	FECHA FUNDICIÓN	TIEMPO DIAS	FECHA ROTURA	DIÁMETRO ESPÉCIME N cm2	AREA cm2	CARGA Kg.	RESISTENCIA Kg/cm2	RESISTENCIA REQUERIDA Kg/cm2
	ADOBE		> 28 dias	29-ago.-17					
1	CASA MALACATOS				16 x 40	640,00	7276	11,37	
PROMEDIO =								11,37	
	ADOBE		> 28 dias	29-ago.-17					
1	CASA VILCABAMBA				18 x 39	702,00	3574	5,09	
PROMEDIO =								5,09	

OBSERVACIONES: Los resultados son exclusivos de las muestras entregadas por el contratista a nuestro laboratorio



ING. RAMIRO JIMÉNEZ
RESPONSABLE GEOTÉCNICO



Anexo 12.- Pruebas de laboratorio de Adobe Mejorado.



"GEOCONS" LABORATORIO

Geotecnia - Consultora & Constructora

Telf: 072-540907

Cel: 0994974048

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ADOQUINES

PROYECTO:	REGISTRO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS CON FIBRAS NATURALES EN EL CANTÓN LOJA, ENSAYO Y PROPUESTA DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO		
SOLICITA	MARÍA FERNANDA RÍOS		
CARACTERÍSTICAS:	ADOBE ESTRUCTURAL		
UBICACIÓN	CANTÓN LOJA, PROVINCIA DE LOJA	FECHA	29-ago.-17

REPORTE DE RESULTADOS:

N° ADOQUIN	ELEMENTO Y UBICACIÓN	FECHA FUNDICIÓN	TIEMPO DIAS	FECHA ROTURA	DIÁMETRO ESPÉCIME N cm2	AREA cm2	CARGA Kg.	RESISTENCIA Kg/cm2	RESISTENCIA REQUERIDA Kg/cm2
	ADOBE		> 28 días	29-ago.-17					
1	PRUEBA CÁSCARA DE CAFÉ 1				10 x 35	350,00	1131	10,25	
PROMEDIO =								10,25	
	ADOBE		> 28 días	29-ago.-17					
1	PRUEBA CÁSCARA DE CAFÉ 1				8 x 33	264,00	686,4	2,60	
PROMEDIO =								2,60	

OBSERVACIONES: Los resultados son exclusivos de las muestras entregadas por el contratista a nuestro laboratorio

ING. RAMIRO JIMÉNEZ
RESPONSABLE GEOTÉCNICO

