

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**T E S I S**

**Propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe con  
adición de fibras y extracto de maguey, Distrito de  
Yanahuanca, Pasco-2022**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero civil**

**Autor:**

**Bach. Darwin Silver LEON CORNELIO**

**Asesor:**

**Mg. Luis Villar REQUIS CARBAJAL**

**Cerro de Pasco – Perú – 2023**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**T E S I S**

**Propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe con  
adición de fibras y extracto de maguey, Distrito de  
Yanahuanca, Pasco-2022**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

Dr. Hildebrando Anival CONDOR GARCÍA  
PRESIDENTE

---

Mg. Pedro YARASCA CORDOVA  
MIEMBRO

---

Mg. José Germán RAMIREZ MEDRANO  
MIEMBRO

## **DEDICATORIA**

A Dios, por permitirme amar la carrera de Ingeniería Civil y poner mis conocimientos a disposición de la población.

A mis padres, Silverio LEÓN SANTOS y Norma CORNELIO LOYOLA.

A mis hermanos, amigos y demás familiares.

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, mi alma mater, por cobijarme durante todo el proceso de formación.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por permitirme tener la paciencia para lograr cumplir una de mis metas, que es culminar la carrera y poder graduarme como ingeniero civil, y por brindarme la sabiduría, pasión y amor por la carrera de ingeniería civil.

A mis padres y hermanos por brindarme consejo, sabiduría, fuerza y paciencia en toda la travesía a lo largo de mis estudios superiores, y por estar presentes en mis momentos más difíciles y así, seguir con paso firme a lograr mis metas.

A todos mis familiares y amigos involucrados durante el desarrollo de la tesis, quienes participaron con un granito de arena para poder culminar los trabajos de campo y de laboratorio.

## RESUMEN

La presente investigación se refiere a la utilización de fibras y extracto de maguey en la elaboración de las unidades de adobe en el distrito de Yanahuanca. El objetivo principal fue evaluar las Propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe con la adición de fibras y extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca. Se planteo una metodología con una orientación cuantitativa, con un diseño cuasiexperimental y con una estrategia de recolección de información prospectiva y transversal.

Para el estudio se utilizaron como muestras 48 unidades de adobe entre ensayos de compresión, flexión y absorción. En cuanto a las unidades de adobe con adición de 0.27% de fibras y 50% de extracto de maguey, llegaron a una resistencia a la compresión de 24.68kg/cm<sup>2</sup>, una resistencia a la flexión de 78.42kg/cm<sup>2</sup> y mantienen una absorción de 15.49%; las unidades de adobe con adición de 0.13% de fibras y 50% de extracto de maguey, llegaron a una resistencia a la compresión de 21.42kg/cm<sup>2</sup>, una resistencia a la flexión de 62.15kg/cm<sup>2</sup> y mantienen una absorción de 14.88%; las unidades de control (adobes con paja) obtubieron una resistencia a la compresión de 16.35kg/cm<sup>2</sup>, una resistencia a la flexión de 49.84kg/cm<sup>2</sup> y mantiene una absorción al 100%. En consecuencia se concluye que los resultados son muy favorables en comparación a lo mencionado por la normativa y lo hallado para la muestra control (adobes con paja).

**Palabras clave:** Adobe, maguey, propiedades físicas y mecánicas.

## ABSTRACT

The present investigation refers to the use of fibers and maguey extract in the manufacture of adobe units in the district of Yanahuanca. The main objective was to evaluate the physical and mechanical properties of adobe units with the addition of fibers and maguey extract in the Yanahuanca District. A quantitative methodology was used, with a quasi-experimental design and a prospective and transversal data collection strategy.

Forty-eight adobe units were used as samples for the study, including compression, flexural and absorption tests. As for the adobe units with addition of 0.27% of fibers and 50% of maguey extract, they reached a compressive strength of 24.68kg/cm<sup>2</sup>, a flexural strength of 78.42kg/cm<sup>2</sup> and maintain an absorption of 15.49%; the adobe units with addition of 0.13% of fibers and 50% of maguey extract, reached a compressive strength of 21.42kg/cm<sup>2</sup>, a flexural strength of 62.15kg/cm<sup>2</sup> and maintained an absorption of 14.88%; the control units (adobes with straw) obtained a compressive strength of 16.35kg/cm<sup>2</sup>, a flexural strength of 49.84kg/cm<sup>2</sup> and maintained an absorption of 100%. Consequently, it is concluded that the results are very favorable in comparison to those mentioned in the standards and those found for the control sample (adobe with straw).

**Keywords:** Adobe, maguey, physical and mechanical properties.

## INTRODUCCIÓN

El adobe como material de construcción se usó desde épocas prehispánicas en nuestro país, encontrándose evidencia de estructuras de adobe como son la ciudad de Chan Chan y la Huaca del Sol y la Luna en Trujillo (Guzmán & Iñiguez, 2016). Las mismas que en la actualidad se siguen utilizando en las zonas más vulnerables y de poco ingreso económico dentro de nuestro país, por ser un material de bajo costo y de fácil acceso en comparación a otros materiales conocidos para hacer muros; estas a su vez también tienen algunas debilidades en sus propiedades físico mecánicas, como son el fisuramiento del bloque de adobe al momento del secado, baja resistencia mecánica bajo movimientos telúricos y alta absorción de agua frente a inundaciones y precipitaciones constantes.

Las edificaciones de adobe y tapial son las más empleadas en la actualidad dentro del distrito de Yanahuanca (INEI, 2017a), estas son elaboradas adicionándole paja a la mezcla de barro, para así poder estabilizar el bloque de adobe. Estas a su vez aún presentan problemas de absorción de agua bajo inundaciones y altas precipitaciones pluviales, considerando también que hay evidencia de edificaciones de 3 niveles, los cuales no siguen las recomendaciones mencionadas en la norma técnica E-080 (MVCS, 2017b, 5 de abril) y la normativa E-030 (MVCS, 2018a, 22 de oct.), para una zona sísmica 3. En ese sentido, es de suma importancia poder buscar mejoras de los bloques de adobe para así poder evitar pérdidas económicas y de vidas humanas.

El uso de las fibras naturales para el mejoramiento de los bloques de adobe, ya se vino estudiando desde algunos años atrás por algunos tesisistas debido a los sucesos sísmicos desastrosos registrados en Pisco-Ica (2007), Ático-Arequipa (2001), Nazca (1996), Lima (1974) y Chimbote (1970), donde las edificaciones más afectadas fueron

las de adobe. Dichos estudios llegaron a conclusiones favorables respecto a su empleo en la fabricación de adobes.

En ese sentido, en este estudio se empleó la adición de fibras y extracto de maguey, por ser una planta silvestre en abundancia y de fácil acceso para la población del distrito de Yanahuanca. Obteniendo de este modo resultados favorables en cuanto a sus propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe. Para obtener estos resultados se empleó una metodología de investigación del tipo aplicativo con un diseño cuasiexperimental, el cual considero un grupo de control (adobes sin adicción de fibras ni extracto de maguey) y otros dos grupos los cuales si se adicionaron fibras y extracto de maguey. Para los ensayos a compresión, se fabricaron unidades de adobe con las siguientes dimensiones de 10cm x 10cm x 15cm, para el ensayo a flexión de 15.24cm x 30.48cm x 15.24cm y para el ensayo a inmersión de 10cm x 26cm x 12cm, haciendo un total de 18 unidades de adobe para el ensayo a compresión, 18 unidades de adobe para el ensayo a flexión y 12 unidades de adobe par el ensayo a inmersión, estos considerando las recomendaciones de las normativas E-080 (MVCS, 2017b, 5 de abril) y la NTP 399.613 (INDECOPI, 2017b, 27 Dic.).

La presente investigación contiene cuatro grandes capítulos:

Capítulo 01: Problema de investigación, el cual contiene como sub capítulos a la identificación y determinación del problema, delimitación de la investigación, formulación del problema, formulación de objetivos, justificación de la investigación y limitaciones de la investigación.

Capítulo 02: Marco teórico, el cual contiene como sub capítulos a los antecedentes de estudio, bases teóricas - científicas, definición de términos básicos, formulación e hipótesis, identificación de variables y definición operacional de variables e indicadores.



Capítulo 03: Metodología de la investigación, el cual contiene como sub capítulos al tipo de investigación, nivel de investigación, métodos de investigación, diseño de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, selección, validación y confiabilidad de instrumentos de investigación, técnicas de procesamiento y análisis de datos, tratamiento estadístico y orientación ética filosófica y epistémica.

Capítulo 04: Resultados y discusiones, el cual contiene como sub capítulos a la descripción del trabajo de campo, presentación, análisis e interpretación de resultados, prueba de hipótesis y discusión de resultados.

Finalizando con las conclusiones y recomendaciones respecto a lo estudiado y recordando que el uso de fibras naturales puede influir de buena manera dentro de la industria de la construcción, además de fomentar la práctica de esta metodología de elaboración de unidades de adobe y fomentar nuevas investigaciones de la misma.

# ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

## CAPÍTULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.2.	DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.3.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
	1.3.1. <i>Problema general</i> .....	4
	1.3.2. <i>Problemas específicos</i> .....	4
1.4.	FORMULACIÓN DE OBJETIVOS .....	5
	1.4.1. <i>Objetivo general</i> .....	5
	1.4.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	5
1.5.	JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
	1.5.1. <i>Justificación teórica</i> .....	5
	1.5.2. <i>Justificación práctica</i> .....	8
	1.5.3. <i>Justificación económica</i> .....	10
	1.5.4. <i>Justificación metodológica</i> .....	11
	1.5.5. <i>Justificación legal</i> .....	11
	1.5.6. <i>Justificación investigativa</i> .....	12
	1.5.7. <i>Justificación con el medio ambiente</i> .....	12
1.6.	LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	12

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1.	ANTECEDENTES DE ESTUDIO .....	13
	2.1.1. <i>Antecedentes internacionales</i> .....	13
	2.1.2. <i>Antecedentes nacionales</i> .....	19
	2.1.3. <i>Antecedentes locales</i> .....	23
2.2.	BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS .....	24
	2.2.1. <i>Adobe</i> .....	24
	2.2.1.1. <i>Definición</i> .....	24
	2.2.1.2. <i>Antecedentes históricos</i> .....	26

2.2.1.3.	Tipos de adobe. ....	30
2.2.1.4.	Componentes del adobe tradicional. ....	32
2.2.1.5.	Composición del adobe según diferentes autores. ....	40
2.2.1.6.	Composición y características de la tierra. ....	41
2.2.1.7.	Propiedades de la unidad de adobe. ....	62
2.2.1.8.	Cualidades del adobe. ....	68
2.2.1.9.	Ventajas y desventajas del adobe. ....	69
2.2.1.10.	Dimensiones según varios autores. ....	70
2.2.1.11.	Proceso de elaboración del adobe convencional. ....	72
2.2.1.12.	Tipos de estabilizadores. ....	81
2.2.1.13.	Ensayos para la unidad de adobe. ....	90
2.2.1.14.	El adobe como material sostenible y sus cualidades ecológicas. ....	94
2.2.1.15.	Factores que afectan las edificaciones de adobe. ....	95
2.2.1.16.	Fallas en las construcciones de adobe. ....	101
2.2.2.	<i>Magüey</i> . ....	103
2.2.2.1.	Antecedentes históricos. ....	104
2.2.2.2.	Morfología. ....	106
2.2.2.3.	Hábitat. ....	108
2.2.2.4.	Derivados y usos. ....	109
2.2.2.5.	Cultivo. ....	110
2.2.2.6.	Fibras de magüey. ....	111
2.2.3.	<i>Características mecánicas de diferentes fibras naturales</i> . ....	119
2.2.4.	<i>Esquema del procedimiento de elaboración del adobe convencional</i> . ....	120
2.2.5.	<i>Ventajas y desventajas de las fibras naturales como refuerzo del adobe</i> . ....	121
2.2.6.	<i>Las construcciones de tierra mitigan las necesidades de las zonas rurales</i> . .	122
2.2.7.	<i>Consideraciones finales</i> . ....	123
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS. ....	126
2.4.	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS. ....	127
2.4.1.	<i>Hipótesis general</i> . ....	127
2.4.2.	<i>Hipótesis específicas</i> . ....	127
2.5.	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES. ....	128
2.5.1.	<i>Variable independiente</i> . ....	128
2.5.2.	<i>Variable dependiente</i> . ....	128
2.6.	DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES. ....	128

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN. ....	130
3.2.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN. ....	130
3.3.	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN. ....	131
3.4.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN. ....	131

3.5.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	132
	3.5.1. <i>Población</i> .....	132
	3.5.2. <i>Muestra</i> .....	132
	3.5.3. <i>Muestreo</i> .....	133
3.6.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	135
	3.6.1. <i>Técnicas de recolección de datos</i> .....	135
	3.6.2. <i>Instrumentos de recolección de datos</i> .....	135
3.7.	SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	135
3.8.	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS .....	136
3.9.	TRATAMIENTO ESTADÍSTICO .....	138
3.10.	ORIENTACIÓN ÉTICA FILOSÓFICA Y EPISTÉMICA.....	138

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

4.1.	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO .....	140
	4.1.1. <i>Ubicación del proyecto de investigación</i> .....	140
	4.1.2. <i>Recolección del suelo a emplear para la fabricación de bloques de adobe</i> ... 141	
	4.1.3. <i>Recolección de fibras naturales</i> .....	145
	4.1.4. <i>Elaboración de adoberas</i> .....	149
	4.1.5. <i>Fabricación de unidades de adobe</i> .....	150
4.2.	PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	156
	4.2.1. <i>Resultados de laboratorio</i> .....	157
	4.2.2. <i>Análisis e interpretación de resultados</i> .....	160
4.3.	PRUEBA DE HIPÓTESIS .....	165
4.4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	172

### **CONCLUSIONES**

### **RECOMENDACIONES**

### **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

### **ANEXOS**

## INDICE DE ILUSTRACIONES

<b>ILUSTRACIÓN 1</b> INSPECCIÓN TRAS EL TERREMOTO 2001 – MOQUEGUA.....	7
<b>ILUSTRACIÓN 2</b> ADOBE TRADICIONAL.....	25
<b>ILUSTRACIÓN 3</b> EXPANSIÓN DE LA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA CRUDA.....	27
<b>ILUSTRACIÓN 4</b> ESCLAVOS MOLDEANDO ADOBES EN LA TUMBA DE REKMARA.....	27
<b>ILUSTRACIÓN 5</b> GRANEROS DE RAMSÉS II.....	28
<b>ILUSTRACIÓN 6</b> CIUDAD SAGRADA DE CHAN-CHAN.....	28
<b>ILUSTRACIÓN 7</b> PRUEBA DE SEDIMENTACIÓN.....	42
<b>ILUSTRACIÓN 8</b> PRUEBA DE CINTA DE BARRO – PROCEDIMIENTO.....	43
<b>ILUSTRACIÓN 9</b> PRUEBA DE CINTA DE BARRO.....	43
<b>ILUSTRACIÓN 10</b> PRUEBA DE IMPACTO – BOLA HÚMEDA.....	44
<b>ILUSTRACIÓN 11</b> DIMENSIONES DE LA PRUEBA DE LA PASTILLA.....	45
<b>ILUSTRACIÓN 12</b> RETRACCIONES DE LA TIERRA.....	45
<b>ILUSTRACIÓN 13</b> CONTENIDO DE HUMEDAD.....	46
<b>ILUSTRACIÓN 14</b> RESISTENCIA DE ADOBE - PROCEDIMIENTO.....	47
<b>ILUSTRACIÓN 15</b> TAMICES DE MALLA CUADRADA.....	52
<b>ILUSTRACIÓN 16</b> ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO CON HIDRÓMETRO.....	54
<b>ILUSTRACIÓN 17</b> LÍMITES DE ATTERBERG E ÍNDICES CON ELLOS ASOCIADOS.....	55
<b>ILUSTRACIÓN 18</b> COPA DE CASAGRANDE.....	56
<b>ILUSTRACIÓN 19</b> PRUEBA DEL LÍMITE PLÁSTICO.....	57
<b>ILUSTRACIÓN 20</b> SÍMBOLOS PARA SUELOS (SUCS).....	59
<b>ILUSTRACIÓN 21</b> CARTA DE PLASTICIDAD PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS.....	59
<b>ILUSTRACIÓN 22</b> CURVA GRANULOMÉTRICA DE UNA ARENA LIMOSA BIEN GRADUADA.....	62
<b>ILUSTRACIÓN 23</b> OTRAS FORMAS EXISTENTES PARA EL ADOBE.....	71
<b>ILUSTRACIÓN 24</b> TIERRA PARA FABRICAR ADOBES.....	73
<b>ILUSTRACIÓN 25</b> CONSTRUCCIÓN DEL TENDAL.....	74
<b>ILUSTRACIÓN 26</b> MOLDE O GAVERA PARA ADOBES.....	75
<b>ILUSTRACIÓN 27</b> OTRAS DIMENSIONES Y FORMAS DE GAVERAS.....	75
<b>ILUSTRACIÓN 28</b> ZARANDEADO DE LA TIERRA SELECCIONADA.....	76
<b>ILUSTRACIÓN 29</b> MEZCLADO DEL BARRO.....	76
<b>ILUSTRACIÓN 30</b> MEZCLADO DEL BARRO CON PAJA.....	77
<b>ILUSTRACIÓN 31</b> DIMENSIONES DE ADOBES COMUNES.....	77
<b>ILUSTRACIÓN 32</b> PRIMER PASO ANTES DEL MOLDEO DE LA UNIDAD DE ADOBE.....	78
<b>ILUSTRACIÓN 33</b> MOLDEO DEL ADOBE.....	78
<b>ILUSTRACIÓN 34</b> VERIFICACIÓN DE LOS PRIMEROS ADOBES MOLDEADOS.....	79
<b>ILUSTRACIÓN 35</b> PROCESO DE SECADO DEL ADOBE.....	80
<b>ILUSTRACIÓN 36</b> SECADO DEL ADOBE.....	80

<b>ILUSTRACIÓN 37</b> CONTROL DE FORMA.....	81
<b>ILUSTRACIÓN 38</b> CONTROL DE RETRACCIÓN.....	81
<b>ILUSTRACIÓN 39</b> PRUEBA DE COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE.....	91
<b>ILUSTRACIÓN 40</b> PRUEBA DE FLEJO COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE.....	93
<b>ILUSTRACIÓN 41</b> PRUEBA DE ABSORCIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE.....	93
<b>ILUSTRACIÓN 42</b> ANILLO DEL PACÍFICO. ....	98
<b>ILUSTRACIÓN 43</b> PRINCIPALES CAUSAS DE LAS FALLAS EN CONSTRUCCIONES DE ADOBE.....	102
<b>ILUSTRACIÓN 44</b> CABUYA O MAGUEY EN EL DISTRITO DE YANAHUANCA. ....	106
<b>ILUSTRACIÓN 45</b> FIBRAS DE MAGUEY EN PROCESO DE LAVADO Y SECADO DESPUÉS DE SU EXTRACCIÓN.....	112
<b>ILUSTRACIÓN 46</b> PROCESO DE EXTRACCIÓN DE LA FIBRA DE MAGUEY.....	112
<b>ILUSTRACIÓN 47</b> MAPA DISTRITAL DE LA PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN.....	141
<b>ILUSTRACIÓN 48</b> UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS DE SUELO DENTRO DEL ÁREA DE YANAHUANCA.....	142
<b>ILUSTRACIÓN 49</b> CORTADO DE LA PAJA DE ACUERDO A LAS DIMENSIONES Y PROPORCIONES A NECESIDAD DEL PROYECTO.....	146
<b>ILUSTRACIÓN 50</b> LUGAR DE EXTRACCIÓN DE HOJAS DE MAGUEY. ....	146
<b>ILUSTRACIÓN 51</b> ADOBERAS A USAR PARA EL PROYECTO. ....	149
<b>ILUSTRACIÓN 52</b> RECOLECCIÓN DEL SUELO. ....	150

## INDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> SELECCIÓN DEL ESTABILIZANTE QUÍMICO SEGÚN EL ÍNDICE DE PLASTICIDAD Y GRANULOMETRÍA DE LA TIERRA.....	88
<b>FIGURA 2</b> PRINCIPALES DAÑOS EN CONSTRUCCIONES DE ADOBE. ....	103
<b>FIGURA 3</b> PARTES DE UN AGAVE AMERICANA. ....	107
<b>FIGURA 4</b> PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ADOBE DE ACUERDO A LA NORMA E-080. ....	121
<b>FIGURA 5</b> DIAGRAMA DE PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE. ..	137
<b>FIGURA 6</b> MUESTRAS DE SUELO RECOLECTADAS PARA ENSAYO TACTO - VISUAL.	143
<b>FIGURA 7</b> RECORRIDO DE 7KM PARA EXTRACCIÓN DE PAJA.....	145
<b>FIGURA 8</b> .....	161
<b>FIGURA 9</b> DIAGRAMA DE BARRAS COMPARATIVAS - ENSAYO DE FLEXO COMPRESIÓN.....	162
<b>FIGURA 10</b> DIAGRAMA DE BARRAS COMPARATIVAS - ENSAYO DE ABSORCIÓN. ....	164
<b>FIGURA 11</b> DIAGRAMA DE CAJAS .....	167
<b>FIGURA 12</b> DIAGRAMA DE CAJAS .....	169
<b>FIGURA 13</b> DIAGRAMA DE CAJAS .....	171

## INDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1 PERÚ:</b> VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES, SEGÚN ÁREA DE RESIDENCIA Y MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES, 2007 Y 2017.....	6
<b>TABLA 2 PERÚ:</b> HISTORIA DE TERREMOTOS PASADOS.....	7
<b>TABLA 3</b> DISTRITO DE YANAHUANCA: VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES, POR MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES....	8
<b>TABLA 4</b> COMPOSICIÓN DE ADOBE SEGÚN DIFERENTES FUENTES DE INFORMACIÓN.....	40
<b>TABLA 5</b> CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS).....	59
<b>TABLA 6</b> TABLA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS, DADO POR LA AASHTO M-145.....	61
<b>TABLA 7</b> CONSIDERACIONES SEGÚN FRACCIÓN GRUESA.....	61
<b>TABLA 8</b> CÁLCULOS EN ALABEO DE UNIDADES DE ADOBE.....	63
<b>TABLA 9</b> DIMENSIONES DEL ADOBE SEGÚN DIFERENTES FUENTES DE INFORMACIÓN.....	71
<b>TABLA 10</b> TIPOS DE ESTABILIZACIÓN Y MÉTODOS PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL SUELO.....	83
<b>TABLA 11</b> MODELO DE FICHA PARA EVALUACIÓN DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS. ..	87
<b>TABLA 12</b> CARACTERÍSTICAS DE LA CABUYA.....	104
<b>TABLA 13</b> USOS DEL AGAVE AMERICANO.....	109
<b>TABLA 14</b> COMPONENTES QUÍMICOS DE LA FIBRA DE MAGUEY.....	115
<b>TABLA 15</b> CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA FIBRA DE MAGUEY.....	116
<b>TABLA 16</b> CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LA FIBRA DE MAGUEY.....	118
<b>TABLA 17</b> USO DE LA FIBRA DE MAGUEY.....	119
<b>TABLA 18</b> CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE DIFERENTES FIBRAS NATURALES. ..	119
<b>TABLA 19</b> COMPOSICIÓN QUÍMICA DE DIFERENTES FIBRAS NATURALES.....	120
<b>TABLA 20</b> VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS FIBRAS NATURALES COMO REFUERZOS A MATERIALES COMPUESTOS.....	122
<b>TABLA 21</b> OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	129
<b>TABLA 22</b> POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	132
<b>TABLA 23</b> CANTIDAD DE MUESTRAS DE ENSAYO DE ACUERDO A NORMATIVA.....	133
<b>TABLA 24</b> .....	134
<b>TABLA 25</b> UNIDADES DE ADOBE CON ADICIÓN DE 0.27% DE FIBRAS Y 50% DE EXTRACTO DE MAGUEY.....	134
<b>TABLA 26</b> UNIDADES DE ADOBE CON ADICIÓN DE 0.13% DE FIBRAS Y 50% DE EXTRACTO DE MAGUEY.....	134
<b>TABLA 27</b> ENSAYO TACTO VISUAL.....	143
<b>TABLA 28</b> .....	144
<b>TABLA 29</b> DIMENSIONES DE ADOBERAS PARA EL PROYECTO.....	149
<b>TABLA 30</b> CÁLCULO DE VOLUMEN DE SUELO A REQUERIR PARA EL PROYECTO. ...	150



<b>TABLA 31</b>	PROPORCIÓN DE MATERIALES PARA ADOBES CON PAJA.....	151
<b>TABLA 32</b>	PROPORCIÓN DE MATERIALES PARA ADOBES CON ADICIÓN DE 0.27% DE FIBRAS Y 50% DE EXTRACTO DE MAGUEY. ....	151
<b>TABLA 33</b>	PROPORCIÓN DE MATERIALES PARA ADOBES CON ADICIÓN DE 0.13% DE FIBRAS Y 50% DE EXTRACTO DE MAGUEY. ....	152
<b>TABLA 34</b>	CANTIDAD DE MATERIAL USADO PARA LA ELABORACIÓN DE ADOBES CON PAJA. ....	152
<b>TABLA 35</b>	CANTIDAD DE MATERIAL USADO PARA LA ELABORACIÓN DE ADOBES CON ADICIÓN DE 0.27% DE FIBRA Y 50% DE EXTRACTO DE MAGUEY. ....	152
<b>TABLA 36</b>	CANTIDAD DE MATERIAL USADO PARA LA ELABORACIÓN DE ADOBES CON ADICIÓN DE 0.13% DE FIBRA Y 50% DE EXTRACTO DE MAGUEY. ....	153
<b>TABLA 37</b>	ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE CON PAJA.....	157
<b>TABLA 38</b>	ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE CON ADICIÓN DE 0.27% DE FIBRA Y 50% DE EXTRACTO DE MAGUEY. ....	157
<b>TABLA 39</b>	.....	158
<b>TABLA 40</b>	ENSAYO DE FLEJO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ADOBE CON PAJA. .	158
<b>TABLA 41</b>	ENSAYO DE FLEJO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ADOBE CON ADICIÓN DE 0.27% DE FIBRA Y 50% DE EXTRACTO DE MAGUEY. ....	159
<b>TABLA 42</b>	ENSAYO DE FLEJO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ADOBE CON ADICIÓN DE 0.13% DE FIBRA Y 50% DE EXTRACTO DE MAGUEY. ....	159
<b>TABLA 43</b>	ENSAYO DE ABSORCIÓN DE UNIDADES DE ADOBE CON PAJA. ....	159
<b>TABLA 44</b>	ENSAYO DE ABSORCIÓN DE UNIDADES CON ADICIÓN DE FIBRA Y EXTRACTO DE MAGUEY. ....	160
<b>TABLA 45</b>	ENSAYO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS Y LÍMITES DE CONSISTENCIA. .	160
<b>TABLA 46</b>	ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE.....	161
<b>TABLA 47</b>	ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEJO COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE.....	162
<b>TABLA 48</b>	ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN.....	163
<b>TABLA 49</b>	PRUEBA ESTADÍSTICA DE ACUERDO AL SPSS - ENSAYO DE COMPRESIÓN. ....	166
<b>TABLA 50</b>	PRUEBA DE NORMALIDAD DE ACUERDO A SHAPIRO - WILKS.....	167
<b>TABLA 51</b>	PRUEBA ESTADÍSTICA DE ACUERDO AL SPSS - ENSAYO DE FLEJO COMPRESIÓN.....	168
<b>TABLA 52</b>	PRUEBA DE NORMALIDAD DE ACUERDO A SHAPIRO - WILKS.....	169
<b>TABLA 53</b>	PRUEBA ESTADÍSTICA DE ACUERDO AL SPSS - ENSAYO DE FLEJO COMPRESIÓN.....	170
<b>TABLA 54</b>	PRUEBA ESTADÍSTICA DE ACUERDO AL SPSS - ENSAYO DE FLEJO COMPRESIÓN.....	171

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

En el mundo, la tierra como material de construcción, se vino utilizando desde muchos años atrás, cuando el hombre en busca de encontrar refugio, encontró en la tierra un material óptimo para edificar sus viviendas; lastimosamente en la actualidad en zonas urbanas a nivel global se está perdiendo su uso, debido a dos factores: La primera es la incorporación de nuevos sistemas constructivos que utilizan nuevos materiales de construcción, tales como, el acero, ladrillo, concreto entre otros; y la segunda es que las unidades de adobe presentan problemas en su comportamiento mecánico y de absorción frente a agentes externos (sismos, vientos, inundaciones y lluvias).

En América Latina, las condiciones económicas y la realidad social son muy difíciles, muestra de ello, la mayoría de pueblos rurales acede a estas técnicas de construcción, por ser de bajo costo y de fácil acceso; cabe mencionar que los países latinoamericanos por estar ubicados dentro del cinturón de fuego

del pacífico, están más propensos a tener actividades sísmicas constantes, estando estas edificaciones propensas a un posible colapso.

En el Perú, el adobe como material de construcción se vino empleando desde épocas prehispánicas, a razón que el adobe es una de las técnicas de fácil manipulación, fabricación y costo; considerándose también que estos tienen variedades de ventajas para el buen confort del usuario. No obstante, por ser un País altamente sísmico, el adobe presenta una inestabilidad en su comportamiento mecánico causada por agentes sísmicos, incluyendo también que es un material vulnerable a intensas lluvias e inundaciones prolongadas; debido a estas fallencias, el adobe viene siendo reemplazado por nuevas técnicas de construcción. En consecuencia, la Norma Técnica E-0.80 (MVCS, 2017b, 5 de abril), menciona que, la incorporación de paja u otras fibras en el mezclado del barro para la fabricación de unidades de adobe, estabiliza el suelo evitando fisuras en la unidad de adobe al momento del secado y así mejorar su comportamiento mecánico del mismo. No obstante, aun estas unidades de adobe presentan fallencias en cuanto a la absorción de agua.

En el distrito de Yanahuanca, la gran mayoría de viviendas son de tapial y de adobe (INEI, 2017a), observándose también viviendas de adobe y tapial de dos y tres pisos, estos con el uso de rollizos de eucalipto, considerando de este modo a la tierra como principal elemento de construcción. La normativa E-080 (MVCS, 2017b, 5 de abril), indica el máximo número de pisos de adobe a construir de acuerdo al tipo de zona sísmica que esta se encuentra, el cual no se está cumpliendo. En ese sentido cabe mencionar que el distrito se encuentra en una zona sísmica 3 con un factor de zona igual a 0.35 de acuerdo a la norma E-030 (MVCS, 2018a, 22 de oct.).

La planta del maguey es una planta silvestre que existe en gran cantidad en el distrito de Yanahuanca, las mismas que dentro de nuestro País ya se vienen

utilizando desde hace muchos años atrás para la adquisición de, arropo, miel, aceite, bebidas alcohólicas, vino, aguardiente, vinagre, fibras como hilos y cuerdas, en construcción también sus hojas se utilizan para acanalar techos, vigas y muros perimetrales (Condori & Solano, 2019). Considerando también que en la actualidad ya se vienen desarrollando investigaciones de tesis en la cual incluyen técnicas y procedimientos de fabricación del adobe incorporándole fibras naturales y/o reciclables que ayuden a optimizar y mejorar las falencias de la unidad de adobe. En ese sentido la utilización de las fibras y extracto de maguey puede asumir una parte principal en el desarrollo de la construcción debido a sus múltiples beneficios.

En consecuencia, en la presente investigación se utilizó las fibras y extracto de maguey como alternativa de solución a la problemática de la unidad de adobe, por encontrarse dicha planta en abundancia y ser de fácil acceso para los lugareños del distrito, de este modo no incrementar en costo en la fabricación de los adobes, tampoco generar residuos dañinos para el medio ambiente, lo cual si sucede con la utilización de otros materiales de construcción (ladrillo, acero, concreto, etc.).

## **1.2. Delimitación de la Investigación**

En el entorno de estudio muchos ciudadanos no pueden acceder a tener un hábitat de vivienda adecuado para vivir, esto debido a lo costoso que es adquirir los nuevos materiales para la construcción de sus viviendas, optando de esta manera por metodologías económicas de construcción, el cual vendría a ser el adobe o el tapial, los mismos que a su vez presentan un déficit frente a agentes naturales.

Teniendo ya antecedentes de grandes desastres naturales, debido a movimientos telúricos en nuestro País, y considerándose al distrito de Yanahuanca como zona sísmica de tipo 3, de acuerdo a la Normativa Técnica E-0.30 (MVCS, 2018a, 22 de oct.), es de suma importancia poder encontrar

metodologías de mejora para este tipo de edificaciones de tierra, y así, prevenir y evitar más pérdida de vidas humanas debido a agentes naturales.

En la presente investigación se usó las fibras y extracto de maguey para mejorar las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe tradicional, ya que el maguey en el distrito de Yanahuanca se encuentra accesible a la ciudadanía y no aumentaría en costo la unidad de adobe. Considerando también que los residuos de los materiales a usar para la preparación de la unidad de adobe no generan contaminación alguna al medio ambiente.

### **1.3. Formulación del problema**

#### **1.3.1. Problema general**

¿Cómo sería las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe con la adición de fibras y extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca?

#### **1.3.2. Problemas específicos**

- a) ¿Cómo son las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe antes de la adición de fibras y extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca?
- b) ¿Cómo sería las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe con la adición de 0.13% de fibras y 50% de extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca?
- c) ¿Cómo sería las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe con la adición de 0.27% de fibras y 50% de extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca?
- d) ¿Cómo son las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe después de la adición de fibras y extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca?

## **1.4. Formulación de objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar las Propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe con la adición de fibras y extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a) Describir las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe antes de la adición de fibras y extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca.
- b) Evaluar las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe con la adición de 0.13% de fibras y 50% de extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca.
- c) Evaluar las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe con la adición de 0.27% de fibras y 50% de extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca.
- d) Describir las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe después de la adición de fibras y extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca.

## **1.5. Justificación de la investigación**

### **1.5.1. Justificación teórica.**

Las edificaciones con tierra en el Perú se vinieron utilizando desde muchos años atrás en las diferentes culturas que predominaron el país, y aún en la actualidad se utiliza esta metodología por su fácil proceso de fabricación y bajo costo. La ingeniería con tierra está "progresando" en diversas direcciones, que están constantemente conectados y son necesarios por el hecho de que se complementan entre sí. Las viviendas de interés social de gasto mínimo en zonas sísmicas deben mejorar su diseño en particular para tener una conducta satisfactoria frente a movimientos sísmicos. El uso del adobe como una metodología de alojamiento en tierra está ferozmente moldeada por circunstancias de indigencia y disparidad. En ese contexto en igualdad de

condiciones, es un héroe intemporal y, a corto plazo y todo demuestra que seguirá siéndolo (Rotondaro, 2007).

Las nuevas tecnologías de construcción se ha vuelto un factor preocupante para los sectores más pobres de la sociedad, por su elevado costo que conllevan adquirirlos, en ese contexto optan por soluciones más económicas y así poder construir sus viviendas. La respuesta más razonable para estos sectores de la sociedad, es la autoconstrucción con tierra (adobe y/o tapial).

De acuerdo a la tabla 1, se puede identificar que en las zonas rurales del país el material de construcción más predominante a la actualidad es el adobe o tapial, obteniendo un (69.5%) y en zonas urbanas un (20.5%).

**TABLA 1**

**PERÚ:** *Viviendas Particulares con Ocupantes Presentes, Según Área de Residencia y Material Predominante en las Paredes Exteriores, 2007 y 2017.*

Área de residencia / Material predominante en las paredes exteriores	Censo 2007		Censo 2017		Variación Intercensal 2007-2017		Incremento anual	Tasa de crecimiento promedio anual
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%		
<b>Urbana</b>	<b>4 544 146</b>	<b>100,0</b>	<b>5 884 013</b>	<b>100,0</b>	<b>1 339 867</b>	<b>29,5</b>	<b>133 987</b>	<b>2,6</b>
Ladrillo o bloque de cemento	2 905 436	63,9	4 152 643	70,6	1 247 207	42,9	124 721	3,6
Piedra o sillar con cal o cemento	30 979	0,7	39 073	0,7	8 094	26,1	809	2,3
Adobe o tapia	932 972	20,5	887 203	15,1	-45 769	-4,9	-4 577	-0,5
Quincha (caña con barro)	100 779	2,2	108 803	1,8	8 024	8,0	802	0,8
Piedra con barro	13 206	0,3	11 261	0,2	-1 945	-14,7	-195	-1,6
Madera (pona, tomillo etc.)	379 919	8,4	473 431	8,0	93 512	24,6	9 351	2,2
Otro material 1/	180 855	4,0	211 599	3,6	30 744	17,0	3 074	1,6
<b>Rural</b>	<b>1 855 985</b>	<b>100,0</b>	<b>1 814 887</b>	<b>100,0</b>	<b>-41 098</b>	<b>-2,2</b>	<b>-4 110</b>	<b>-0,2</b>
Ladrillo o bloque de cemento	86 191	4,6	145 631	8,0	59 440	69,0	5 944	5,4
Piedra o sillar con cal o cemento	2 960	0,2	4 097	0,2	1 137	38,4	114	3,3
<b>Adobe o tapia</b>	<b>1 296 743</b>	<b>69,9</b>	<b>1 261 291</b>	<b>69,5</b>	<b>-35 452</b>	<b>-2,7</b>	<b>-3 545</b>	<b>-0,3</b>
Quincha (caña con barro)	83 083	4,5	55 735	3,1	-27 348	-32,9	-2 735	-3,9
Piedra con barro	93 617	5,0	66 332	3,7	-27 285	-29,1	-2 729	-3,4
Madera (pona, tomillo etc.)	237 823	12,8	254 347	14,0	16 524	6,9	1 652	0,7
Otro material 1/	55 568	3,0	27 454	1,5	-28 114	-50,6	-2 811	-6,8

1/ Comprende; Triplay, calamina, estera entre otros.

**FUENTE:** INEI (2017a).

El país por encontrarse dentro del cinturón de fuego del pacífico ya cuenta antecedentes de grandes desastres sísmicos, perdiéndose miles de vidas en estos sucesos; esto se debe a que las casas caídas o colapsadas no fueron construidas como se debía; no obstante, se vio que la gran mayoría de las estructuras desplomadas eran de adobe. Uno de los tantos problemas que tiene esta técnica de construcción se remonta a su baja calidad físico mecánica de cada unidad de adobe. Estas viviendas en su gran mayoría no están edificadas por empresas profesionales capacitadas, esto debido a que hay muy pocas empresas que se dedican a esta metodología de construcción; en ese sentido quienes construyen estas viviendas son los mismos artesanos del lugar.

**TABLA 2**

*Perú: Historia de Terremotos Pasados.*

Fecha	Epicentro, región	Magnitud	Max. Intensidad
1970	Chimbote	7.8	VI (MMI)
1974	Lima	7.7	VIII (MMI)
1996	Nazca	7.3	VII (MMI)
2001	Atico-Arequipa	8.4	VIII (MMI)
2007	Pisco-Ica	8	IX (MMI)

**FUENTE:** *Elaboración propia.*

**ILUSTRACIÓN 1**

*Inspección Tras el Terremoto 2001 – Moquegua.*



**FUENTE:** *Quiun (2009).*



**TABLA 3**

*Distrito de Yanahuanca: Viviendas Particulares con Ocupantes Presentes, por Material Predominante en las Paredes Exteriores.*

<b>V: Material de construcción predominante en las paredes</b>	<b>Casos</b>	<b>%</b>	<b>Acumulado %</b>
<b>ZONA URBANA</b>			
Ladrillo o bloque de cemento	457	21.34%	21.34%
Piedra o sillar con cal o cemento	5	0.23%	21.57%
Adobe	233	10.88%	32.45%
Tapia	1 433	66.90%	99.35%
Quincha (caña con barro)	2	0.09%	99.44%
Piedra con barro	4	0.19%	99.63%
Madera (pona, tornillo etc.)	7	0.33%	99.95%
Triplay / calamina / estera	1	0.05%	100.00%
Total	2 142	100.00%	100.00%
<b>ZONA RURAL</b>			
Ladrillo o bloque de cemento	59	6.78%	6.78%
Piedra o sillar con cal o cemento	2	0.23%	7.01%
Adobe	101	11.61%	18.62%
Tapia	685	78.74%	97.36%
Piedra con barro	17	1.95%	99.31%
Madera (pona, tornillo etc.)	2	0.23%	99.54%
Triplay / calamina / estera	4	0.46%	100.00%
Total	870	100.00%	100.00%

**FUENTE:** INEI (2017b).

De acuerdo a la TABLA 3, se visualiza que en el ámbito de estudio el material de construcción predominante tanto en el área urbana como rural es el tapial y el adobe.

### **1.5.2. Justificación práctica.**

Después de varios sucesos sísmicos registrados en el país en el cual fueron ciertamente vulnerables las edificaciones con tierra (tapial y adobe), se empezó a buscar posibles soluciones a los varios problemas que esta metodología de construcción sufría, muchos de estos problemas comienzan desde la falta de control del comportamiento mecánico de una unidad de adobe, hasta la falta de control del proceso constructivo de una vivienda. En ese sentido para poder mejorar este déficit se plantea usar fibras naturales como alternativa de solución.

El maguey o agave americana es una planta denominado “el árbol de las maravillas” por sus múltiples usos; el mismo que en diversas investigaciones se plantean usar como alternativa de solución.

Salazar (2018) recomienda que, con la utilización del jugo de agave americano en su estado regular sin exponerlo a ningún ciclo compuesto, se pueden obtener mejoras en las propiedades del concreto fresco y solidificado, que son como un aditivo incorporador de aire. Todo esto afectando de una manera positiva al medio ambiente. Por otra parte, Campos & Gonzales (2020) señalan que, las redes de fibra de maguey como respuesta electiva para las mallas biaxiales con aberturas cuadradas separadas para garantizar el revestimiento de los muros de adobe en el interior y exterior para garantizar la compatibilidad de los dos componentes para resistir los esfuerzos, donde las celosías tomarán las tracciones y los muros de adobe las compresiones, trabajando en consecuencia para mejorar el rendimiento en resistencia de muros de adobe.

Por consiguiente, para el mejoramiento de las propiedades mecánicas de las unidades de adobe, Lopez & Torbisco (2020) plantean que al adherir fibras de cabuya en 1.75% en la preparación de las unidades de adobe tradicionales en la ciudad de Abancay, Apurímac; mejoran la resistencia a la compresión y flexión en un 40 % y 12% respecto a las consideraciones mínimas que exige la Norma Técnica E-080 (MVCS, 2017b, 5 de abril). Por otro lado, Mateo (2020) emplea una dosificación de fibras de maguey de 0.2% y 0.15%, en la mezcla de tierra para fabricar adobes tradicionales en el Centro Poblado de Colpa Alta, Distrito de Amarilis, Departamento de Huánuco, obteniendo resultados en resistencia a compresión de 22.12(kgf/cm<sup>2</sup>) y flexión de 75.22 (kgf/cm<sup>2</sup>), llegando a concluir que si se lograron mejorar los resultados de resistencia de compresión y flexión respecto a lo mencionado en la Norma Técnica E-080 (MVCS, 2017b, 5 de abril) y por ultimo Condori & Solano (2019) mencionan que, al incrementar una

dosificación de fibras de maguey de 8%, 16% y 33% a los adobes en la localidad de Lirio, Departamento de Huancavelica, se lograron resultados de 45.95kgf/cm<sup>2</sup> en resistencia a compresión, 11.18kgf/cm<sup>2</sup> en resistencia a flexión y con una absorción mínima de 24.57%.

Por consiguiente, de los resultados obtenidos por los tesisistas, se concluye que, la adición de fibras de maguey en el proceso de fabricación de la mezcla de barro para la fabricación de la unidad de adobe, mejora las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe. En ese sentido, considerando al maguey una planta silvestre y de fácil acceso dentro del área de estudio, se plantea utilizar las fibras del maguey en ciertos porcentajes en peso, para mejorar las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe; llegando de este modo a obtener resultados de causa y efecto entre las variables planteadas, respondiendo de este modo a las hipótesis planteadas en el presente estudio.

### **1.5.3. Justificación económica.**

El adobe es una metodología de construcción ampliamente utilizada para la construcción de viviendas, tanto en zonas urbanas como rurales, presentando bastante ahorro con respecto a otra metodología de construcción (ladrillos, concreto, acero, entre otros). Esto debido a que el material predominante para su elaboración es la tierra (material que se encuentra en el lugar de construcción de la vivienda), evitando de este modo gastos innecesarios en transporte. Aparte de ser un material sostenible que se puede reutilizar.

Por este motivo en la presente investigación se plantea el uso de las fibras de maguey como alternativa de solución económica (debido a su fácil acceso a ella), y de este modo mejorar las propiedades mecánicas y físicas de la unidad de adobe.

#### **1.5.4. Justificación metodológica.**

Los adobes tradicionales fabricados en el área de estudio utilizan la paja (uchu) en su composición de la mezcla de barro, el cual en la actualidad para su obtención se tiene que movilizarse hasta lugares con altitud de 3,800 m.s.n.m. - 4,000 m.s.n.m., donde se puede adquirir las pajas de buena calidad; en consecuencia, se utilizan pajas que se encuentran dentro del área de estudio, las cuales no son de muy buena calidad, generando de este modo la fabricación de unidades de adobe con bajas propiedades mecánicas y físicas. Por consiguiente, en el presente estudio se pretende reemplazar la paja por las fibras de maguey, por encontrarse dicha planta en el área de estudio y ser de fácil acceso. De este modo mejorar la falencia de la unidad de adobe, mejorando así su comportamiento al interactuar con agentes externos.

#### **1.5.5. Justificación legal.**

Por encontrarnos en un país altamente sísmico y por tener ya antecedentes de destrucciones masivas de edificaciones de tierra por estos agentes sísmicos, en el año 2017 se estableció la actualización de la normativa del Reglamento Nacional de Edificaciones E-080 (adobe) a la norma E-80 (diseño y construcción con tierra) para ayudar a regular las técnicas de construcción con la tierra.

La norma técnica E-0.80 (MVCS, 2017b, 5 de abril), hace mención a la incorporación de la paja u otras fibras en la preparación de la mezcla de barro para la fabricación de unidades de adobe, de este modo evitar las microfisuras al momento del secado de la unidad y así mejorar sus propiedades físico mecánicas del mismo.

### **1.5.6. *Justificación investigativa.***

Los resultados de la presente investigación darán hincapié a más estudios con esta maravillosa planta, dentro del ámbito de estudio o a nivel nacional, inculcando de este modo a investigaciones formales que aporten a mejorar las deficiencias que tienen las unidades de adobe; ayudando de este modo a recuperar la confianza en esta metodología de construcción y poder seguir empleándola a futuro.

### **1.5.7. *Justificación con el medio ambiente.***

La tierra en sí, ya es una metodología de construcción no contaminante, por ser un material abundante y que es encontrado en el lugar de construcción, considerando también que sus residuos no causan daño al medio ambiente. En los últimos años debido a la gran cantidad de residuos contaminantes que deja los nuevos materiales de construcción (ladrillo, aceros, concreto, entre otros), se están optando por buscar metodologías y técnicas de construcción que ayuden a reducir este impacto. Por otro lado, el adobe también es una metodología de construcción apta para mitigar las bajas temperaturas en las zonas altoandinas de nuestro País por su buena propiedad térmica, la cual climatiza la vivienda, y da un mejor confort al habitante.

## **1.6. Limitaciones de la investigación**

El presente estudio está enfocada netamente al distrito de Yanahuanca en el departamento de Pasco, considerando que la tipología de suelo para otros distritos o departamentos del Perú podrían ser diferentes al suelo en análisis en la presente investigación, y, que la disponibilidad y acceso a la planta de maguey podría ser dificultoso en otros lugares de estudio; en ese sentido los datos resultantes de la presente investigación servirán solo de base de comparación para otras investigaciones referentes a la misma problemática.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de estudio

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales.

a) **Llumitasig & Siza (2017)** realizando el estudio titulado “Estudio de la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con paja, estiércol, savia de penca de tuna, sangre de toro y análisis de su comportamiento sísmico usando un modelo a escala, en la ciudad de Latacunga, Ecuador”

##### **RESUMEN:**

**Objetivo de estudio:** Mostrar los efectos de ensayo de la resistencia a la compresión de los bloques de adobe artesanales elaboradas con tierra extraída del barrio de Pusuchisí de Latacunga, Ecuador. Estos estabilizados con diversos materiales como son: la paja, estiércol de vaca, savia de penca de tuna y sangre de toro.

**Diseño de estudio:** Tipo experimental.

**Instrumentos usados:** Para esta investigación, se realizaron 10 mezclas con los materiales ya mencionados. En las situaciones en las que la mezcla

propuesta dependía de la savia de penca de tuna o sangre de toro, para evitar la coagulación de la sangre y la desecación de la savia de penca de tuna, la mezcla debe posarse de la forma convencional y se le debe añadir estos estabilizadores a la hora de hacer los adobes. Se realizaron 6 ejemplos de cada mezcla o combinación, que se plantearon en forma, aspectos y se analizaron de acuerdo al proyecto de actualización de norma E-0.80.

**Resultados:** A partir de este trabajo experimental se pudo comprobar que la mezcla hecha con barro dormido más la utilización de estabilizadores como la sangre de toro y abono de vaca, obtuvo la resistencia a la compresión más elevada. Además, se realizaron maquetas a escala con los adobes que lograron la mayor resistencia a la compresión, los cuales fueron elaborados con barro dormido más la dotación de sangre de toro y abono de vaca, uno de ellos fue soportado con celosías plásticas y posteriormente se rompió mediante una carga dinámica en la mesa vibratorio del FICM, demostrando así que estos modelos elaborados con material natural y que siguen un ciclo de desarrollo según las Normas y Manuales peruanos vigentes, dan solidez, fiabilidad y seguridad estructural. Finalmente se puede afirmar que este procedimiento es exitoso para trabajar con tierra, puesto que la maqueta obtuvo una gran exposición sísmica, cumpliendo consecuentemente con los objetivos de bienestar de la vida de los habitantes y previniendo la ruptura del diseño de la vivienda.

**b) Barrera (2020)** realizando el estudio titulado “Proceso para el mejoramiento del adobe para mejorar sus propiedades Físicas y Mecánicas en un sistema constructivo Tradicional en Boyacá - Colombia”

#### **RESUMEN:**

**Objetivo de estudio:** Mostrar el ciclo de mejora del adobe para optimizar la ingeniería del desarrollo constructivo de alojamientos de adobe en zonas rurales de Colombia, añadiendo arena, cal y cemento para hacerlo

impermeable al viento y al agua, que son los componentes que más influyen en él.

**Diseño de estudio:** Es de tipo experimental.

**Instrumentos usados:** Una sugerencia que espera recuperar el marco de desarrollo habitual del adobe, mejorando en lo que respecta a la materia, añadiendo a este una mezcla sustancial de concreto reforzado, respetando continuamente el proceso de diseño de adobe; el objetivo es que se distinga significativamente más que los elementos de concreto armado que lo acompañan, ya que tendrá un adobe superior en sus mejores características físicas y mecánicas, sin perder el estado de bloques de barro sin cocer, para llegar a esta idea se debe añadir a la combinación productora de adobe, un nivel de arena, cemento y cal. Esta combinación está preparada con cuatro materiales, tierra selecta, arena, cal y cemento, se mezcla seis por dos, por lo que cuatro proporciones de tierra, dos de arena, una de cal y una de cemento. Esta combinación se utiliza para hacer adobes de una manera convencional, con gavera manualmente o compactándolo con máquina prensadora, en esta mejora obtenemos un comportamiento mayor a las grietas mientras se mantiene su elasticidad relativa. En esta línea, el emprendimiento del proyecto responde a la necesidad de encontrar materiales que brinden protección contra el agrietamiento y la humedad, ya que son las cuestiones que más influyen en este tipo de edificaciones.

**Resultados:** Por el momento estoy introduciendo un proceso de desarrollo arquitectónico que tiene los soportes especializados y de diseño, teniendo en cuenta que las casas de adobe son un símbolo en el departamento de Boyacá, como el adobe estaba listo sin sustancias añadidas a la unidad, ahora teniendo la posibilidad de trabajar en sus características mecánica para actualizarlo como material de construcción y que cumpla con las directrices de desarrollo mínimas para este tipo de edificaciones, considerando que el adobe es un



material cálido, por lo que estas casas son edificadas en cualquier tipo de entorno en el que se presenten continuamente condiciones climáticas severas. A través de este ciclo se ha podido observar que el desarrollo de las casas de adobe si se puede optimizar.

c) **Chuya & Ayala (2018)** realizando el estudio titulado “Comparación de parámetros mecánicos y físicos del adobe tradicional con adobe reforzado con fibra de vidrio, San José de Balzay, Cuenca, Ecuador”

**RESUMEN:**

**Objetivo de estudio:** Determinar la forma de comportamiento del adobe adicionado fibras de vidrio, para lo cual se presentan las técnicas de ensayo particulares (ensayo a compresión y ensayo a flexión de unidades de adobe, ensayos a compresión y compresión diagonal de muertas de adobe), con el objetivo de examinar y ver la forma de comportamiento de la fibra de vidrio como estabilizante en el adobe frente al adobe convencional.

**Diseño de estudio:** Tipo experimental.

**Instrumentos usados:** La filosofía aplicada en el presente estudio de investigación consiste en la elaboración de ensayos de adobe construido con fibras de vidrio en la zona de San José de Balzay que tiene cabida en la parroquia Sinicay; en ese sentido se verificara el comportamiento mecánico de la unidad de adobe previo al procedimiento de selección de materia prima (tierra) para realizar una investigación y una correlación de las propiedades mecánicas del adobe con adición de fibras de vidrio (GFRP) con el adobe habitual de la zona.

**Resultados:** Las pruebas de laboratorio demuestran que la fibra de vidrio amplia el límite de resistencia del adobe, es decir, hay una expansión en la resistencia al corte del adobe estabilizado con respecto al adobe habitual; por lo tanto, es factible certificar que las propiedades del adobe tradicional mejoran

con la adición de fibras de vidrio, considerando así a las fibras vidrio como un material que ayuda a mejorar las propiedades del adobe convencional.

**d) Zeas & Benalcázar (2021)** realizando el estudio titulado “Mejoramiento de bloques de adobe con fibras de cabuya y aceite de linaza, Cuenca - Ecuador”

**RESUMEN:**

**Objetivo de estudio:** Aumentar la tenacidad física y mecánica del adobe convencional con la cabuya y el aceite de linaza, de este modo cooperar con el crecimiento de sistemas constructivos sostenibles.

**Diseño de estudio:** Estudio de tipo experimental.

**Instrumentos usados:** Para la elaboración del nuevo adobe planteado se sustituye la paja ordinaria por la fibra de cabuya, un material que ayuda a desarrollar más la unión de los componentes de la unidad de adobe, proporciona una resistencia a la compresión y a la flexión más notable y disminuye la retracción de la unidad de adobe. Además, la utilización de aceite de linaza, un material característico e inocuo para el ecosistema, contribuye a disminuir la porosidad del adobe, desarrollando aún más la oposición al agua y la resistencia mecánica.

**Resultados:** Los materiales utilizados se consideran estabilizadores. Considerando dos estabilizadores químicos, como es el aceite de linaza, que es absolutamente natural y la cal, que es un material de origen minero. Además de un estabilizador físico, como es la fibra de cabuya, que no es difícil de conseguir y proviene del árbol del penco. Con la utilización de estos materiales, se ha podido conseguir un adobe con cualidades mejoradas en comparación con el adobe habitual. La fibra de cabuya y el aceite de linaza han aportado a la resistencia mecánica, tanto en el esfuerzo de tracción como en la de compresión, ya que durante las pruebas de laboratorio se notó y escuchó como la fibra de cabuya mantiene el material firme y evita que se rompa y desintegre fácilmente. Como en la fibra de cabuya no se impregna la humedad y el aceite

de linaza es insoluble al agua, la mezcla de barro actúa con mayor eficiencia, permitiendo que el secado sea más homogéneo, disminuyendo las fisuras. El estudio muestra igualmente como el aceite de linaza actúa en la impermeabilización de la unidad de adobe, sin matar su capacidad de transpiración. Sin embargo, en el estudio también se ve que la combinación de la cal con el aceite de linaza dio una impermeabilización más destacada, formando una especie de caparazón que salvaguarda el bloque de adobe del agua.

- e) **Hidalgo & Sanchez (2021)** realizando el estudio titulado “Análisis de la influencia de tres propiedades mecánicas del adobe en el comportamiento estructural de edificaciones patrimoniales en la ciudad de Riobamba, Ecuador”

**RESUMEN:**

**Objetivo de estudio:** Analizar el impacto de la resistencia a la compresión, del módulo de elasticidad y del módulo de corte del adobe en la forma de comportamiento estructural de las viviendas patrimoniales en la ciudad de Riobamba.

**Diseño de estudio:** La investigación realizada en el estudio es de tipo experimental con un enfoque cuantitativo y un alcance de estudio exploratorio.

**Instrumentos usados:** Se presenta la evaluación de tres casas ancestrales en la ciudad de Riobamba con varios diseños de planta como análisis de estudio. La principal estrategia de investigación utilizada fue el ensayo no probabilístico para decidir los ejemplos de estudio, eligiendo tres casas ancestrales con configuraciones de planta habituales como también semirregular e irregular; involucrando la programación del diseño estructural con el software ETABS como instrumento de exploración, con el cual se desarrolló la demostración del diseño estructural de las casas para decidir el impacto de las tres propiedades mecánicas del adobe en la forma del comportamiento estructural.

**Resultados:** Las consecuencias de la evaluación muestran que el módulo de elasticidad del adobe repercute en el periodo fundamental de la estructura y derivas de piso; el diseño de la disposición de la casa patrimonial repercute directamente en los modos de vibración y el módulo de corte no afecta el diseño.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales.**

**a) Condori & Solano (2019)** realizando el estudio titulado “Influencia De La Fibra De Maguey En La Compresión, Tracción Y Absorción Del Adobe en la localidad de Lirio, Provincia de Acoria, Huancavelica”

#### **RESUMEN:**

**Objetivo de estudio:** Determinar la cantidad de fibras de maguey que amplía sus cualidades del adobe.

**Diseño de estudio:** Es una investigación experimental simple con diseño completamente al azar balanceado, con un nivel explicativo.

**Instrumentos de estudio:** La población se compone de 144 unidades de adobe, con una muestra de 72 unidades de adobe, todas con proporciones de fibra de maguey de 0%, 8%, 16% y 33% respectivamente. Para la proposición se utilizó la tierra y la fibra de maguey de la localidad de Lirio. Para la investigación y análisis de datos se utilizaron las mediciones estadísticas “ANOVA” y Post Hoc “Tukey” para decidir la proporción de fibras de maguey que aumenta las cualidades de compresión, tracción y el nivel de retención de agua de las unidades de adobe.

**Resultados de estudio:** En la prueba de compresión hay una mayor resistencia promedio a la compresión de seis ejemplares caleidoscópicos de 12x12x12cm, el cual es 45.95 kg/cm<sup>2</sup>, estos expuestos con un aporte de 33% de fibras de maguey en cada unidad de adobe. Asimismo, en el ensayo a tracción se observa una resistencia promedio máxima de seis ejemplares caleidoscópicos de 10x10x40cm de 11.18kg/cm<sup>2</sup>, estos expuestos con un aporte de 33% de fibras de maguey en cada unidad de adobe. Asimismo, se

obtuvo un nivel de retención de agua a base de 24.57% para adobes de 10x30x40 realizados con una adición de fibras de maguey de 33%. Cabe destacar que este índice de 24.57% no se ajusta a la norma E-070, donde la asimilación base es del 22%. Teniendo en cuenta todo esto, la fibra de maguey actúa sobre las propiedades de resistencia a la compresión, resistencia a tracción por flexión y previene el fisuramiento de la unidad de adobe en el proceso de secado del mismo.

**b) Mateo (2020)** realizando el estudio titulado “Fibras de maguey en las propiedades del adobe en el Centro Poblado de Colpa Alta, distrito de Amarilis, Huánuco”

**RESUMEN:**

**Objetivo de estudio:** Evaluar el impacto del uso de las fibras de maguey en las propiedades del adobe en el Pueblo de Colpa Alta del Distrito de Amarilis

**Diseño de estudio:** Tipo cuasiexperimental, además el nivel de la investigación fue aplicada correlacional, con un enfoque cuantitativo.

**Instrumentos de estudio:** Comenzamos con la extracción de la tierra adecuada para continuar con los ensayos de granulometría, límites de consistencia y contenido de humedad en el laboratorio elegido. Con estos resultados, se continuo con el proceso de mezclado de la tierra, el cual se dejó reposar por un periodo de 24 horas, para luego dosificar con fibras de maguey con proporciones asignados de 0%, 0.2%, 0.4% y 0.6% para la prueba de compresión; proporciones de 0%, 0.15%, 0.7% y 0.9% para la prueba de resistencia a la flexión y de 0%, 1%, 2.5% y 3.5% para la prueba de absorción de agua, estos con respecto al peso de la unidad de adobe, considerando aproximadamente 6cm de largo que entro en una estructura dispersa, luego se procedió a la elaboración de los adobes, luego dejándolos en su proceso de secado por un periodo de 28 días según la NTP, por último se sometieron a

pruebas de laboratorio los cuales son ensayo de compresión, ensayo a flexión y ensayo de absorción de agua.

**Resultados de estudio:** Los resultados obtenidos para la resistencia a la compresión y flexión tuvieron un crecimiento numérico en sus cualidades (kg/cm<sup>2</sup>), mientras que para el ensayo de absorción de agua no se pudo disminuir, de esta manera se concluyó que el uso de las fibras de maguey en dosificaciones de 0.2% y 0.15% en los bloques rectangulares de adobe, alcanzaron un aumento significativo en la resistencia a compresión y flexión de 22.12kg/cm<sup>2</sup> y 75.22kg/cm<sup>2</sup>, mientras que para el ensayo de retención de agua al 1% no disminuyó, ya que se expandió en 19.26%, es decir, superó al adobe patrón (0%=16.03%).

**c) Lopez & Torbisco (2020)** realizaron el estudio titulado “Aprovechamiento de la fibra de cabuya para el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la mezcla tradicional de adobe en una unidad de albañilería en el distrito de Abancay, Apurímac”

**RESUMEN:**

**Objetivo de estudio:** Encontrar el porcentaje óptimo de proporción de fibra de Cabuya, para la fabricación de adobe, de este modo mejorar sus cualidades mecánicas.

**Diseño de estudio:** Tipo experimental, considerando que las muestras de adobe serán analizadas con cargas externas en el laboratorio, y de este modo evaluar su variación en cuanto a su resistencia.

**Instrumentos usados:** La fibra de cabuya fue añadida a las unidades de adobe con paja en varias dosificaciones. Elaborándose 12 bloques de adobe con dimensiones de 0.12x0.24 x0.09cm dispuestos por la norma E-080 “Diseño y construcción con tierra reforzada” de los cuales 8 de ellos con la fibra de cabuya.

**Resultados:** La dosificación con fibras de 1.75% nos dio un crecimiento en los resultados de 40% para la resistencia a compresión y de 12% para la resistencia a flexión.

d) **Benitez (2017)** realizando el estudio titulado “Adobe estabilizado con extracto de cabuya (*Furcraea andina*), Sapillica, Piura”

**RESUMEN:**

**Objetivo de estudio:** Evaluar la utilización del extracto de cabuya como polímero estabilizador característico del adobe compactado y su efecto sobre su comportamiento mecánico y resistencia al agua, así como determinar el tiempo base en la que estas propiedades serán trabajadas por la acción de estos polímeros.

**Diseño de estudio:** Tipo experimental.

**Instrumentos usados:** La preparación del polímero adecuado antes de su incorporación al adobe se evaluó con un ciclo de maceración que dura entre 5 y 20 días, estableciéndose tres tiempos de maceración distintos y evaluando para cada uno de ellos la exposición del adobe asentado en dos perspectivas: La resistencia mecánica a través de la resistencia a la compresión y a la flexión; y la oposición al agua a través de la prueba del chorro de agua y de la prueba de inmersión.

**Resultados:** Los resultados muestran que el extracto de cabuya necesita una temporada de maceración base de 5 días y una ideal de 10 días para promulgar sus propiedades estabilizantes y lograr una gran mejora en la impermeabilización del adobe con respecto al agua. La resistencia a la compresión y la flexión aumentaron en un 9.6% y un 133.7%, mientras que la protección contra la actividad del agua mejoró considerablemente, lo que determino que el extracto de cabuya es competitivo con otros estabilizantes como son la cal o el cemento.

e) **Vega, (2018)** realizando el estudio titulado “Resistencia a compresión de adobe con fibra de maguey, centro poblado de Hualcan, Carhuaz, Ancash”

**RESUMEN:**

**Objetivo de estudio:** Analizar la resistencia a la compresión del adobe compactado adicionando fibras de maguey.

**Diseño de estudio:** El presente estudio tiene un diseño de tipo experimental.

**Instrumentos usados:** En primera instancia se realizó el estudio de suelos para describir los materiales y fabricar las unidades de adobe compactados. La tierra utilizada para la elaboración de las unidades fue extraída de la cantera “Centro poblado de Hualcan”, en primer momento se realizó el análisis granulométrico y los límites de consistencia y determinar la clasificación de suelo y comprobar si sigue los requisitos de la NTP E - 0.80. Se elaboraron los bloques de tierra estándar sin adición de fibras de maguey y los bloques de tierra con dosificación de 10%, 20% y 30% con fibras de maguey, estos adobes se elaboraron utilizando la maquina CINVA RAM, alquilada de una empresa privada.

**Resultados:** Los resultados obtenidos de las pruebas de carga externa, muestran que todos los adobes sobrepasan las cualidades básicas descritas por la normativa E-0.80, los resultados con respecto a los bloques patrón y los bloques con dosificación de 10%, 20% y 30% demuestran un crecimiento en sus valores numéricos de 18.59 kg/cm<sup>2</sup>, 20.12 kg/cm<sup>2</sup>, 25.26 kg/cm<sup>2</sup> y 28.54 kg/cm<sup>2</sup>, siendo el adobe con mejor resistencia a la compresión el bloque con un 30% de adición de fibras de maguey.

**2.1.3. Antecedentes locales.**

a) **Bustillos, (2019)** realizando el estudio denominado “Influencia de inmersión del adobe en lechada agua-cemento en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de acuerdo a la Norma E.080 en la Ciudad de Paucartambo, Pasco”



## **RESUMEN:**

**Objetivo de estudio:** Evaluar las comparaciones de las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de adobe embebido en lechada de “agua-cemento” con respecto a la unidad de adobe no embebido.

**Diseño de estudio:** Es de tipo cuasi experimental.

**Instrumentos usados:** Para el desarrollo del estudio, se utilizó la tierra de la cantera Acopalca para ser usadas en la fabricándose 12 unidades de adobe para la prueba de inmersión, estas se elaboraron de dimensiones 12cmx22cmx8.5cm, de los cuales 6 unidades fueron sumergidas en lechada de “agua-cemento”. Se realizaron la inmersión de las unidades de adobe en 4 relaciones óptimas de lechada “agua – cemento” las cuales fueron  $A/C = 0.5$ ,  $A/C = 0.7$ ,  $A/C = 0.8$ ,  $A/C = 0.85$ .

**Resultados:** Considerando el tiempo óptimo de sumersión de las unidades para este estudio varían entre 9 a 10min, obteniendo resultados satisfactorios después de los ensayos en comparación a la Normativa E.080. En cuanto a su resistencia a compresión se obtuvo resultado en promedio de 29.95 kgf/cm<sup>2</sup>, y en su resistencia a tracción del mortero de 1.95kgf/cm<sup>2</sup>.

## **2.2. Bases teóricas – científicas**

### **2.2.1. Adobe.**

#### **2.2.1.1. Definición.**

El adobe tiene varios significados, la primera y más normal es “bloque de barro secado al sol”, la segunda, “desarrollo de barro”, y la tercera es básicamente “bloque de barro”. El termino adobe proviene del egipcio “thobe” (ladrillo) convertido al árabe como “ottob” traducido en “adobe” en español y en algunos casos llamado “toub” en francés. Los bloques de adobe, tal vez el material más establecido en el desarrollo del

ámbito de la construcción, la palabra en la actualidad es español, sin embargo, proviene de algunas palabras árabes importantes que significa: para mezclar o suavizar sin aspereza (De la Peña, 1997).

## **ILUSTRACIÓN 2**

*Adobe Tradicional.*



**FUENTE:** *Elaboración propia.*

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2017b, 5 de abril) menciona que el adobe es visto como una unidad resistente, compuesto por tierra sin cocer, que puede ser mezclada con arena gruesa, paja, o alguna otra combinación que ayude a mejorar en su comportamiento físico y mecánico frente a agentes externos que influyen en su periodo de resistencia. Por otro lado, Flores y Limpe (2018) mencionan que el adobe convencional está compuesto por una combinación de barro de arcilla, arena, limo y agua; debido a la eficiencia del agua en el secado del adobe, estos componentes pierden firmeza y pueden ser indefensos ante agentes externos como el viento y la lluvia; debido a esto estas unidades de adobe deben ser salvaguardadas en gran medida mediante techos.

En consecuencia, se puede decir que el adobe es un bloque de tierra cruda sin cocer, que se puede mezclar con paja o arena gruesa para aumentar su resistencia y durabilidad al interactuar con agentes externos. Suponiendo que a estas unidades de adobe se les añadan agentes

estabilizadores para trabajar y aumentar sus propiedades físico mecánicas, se consideran bloques de tierra cruda sin cocer estabilizadas (adobes estabilizados). Cabe mencionar que la composición del mortero de unión de adobes, debe cumplir las mismas consideraciones que las unidades de adobe y en ningún modo estas deben ser de menor calidad (MVCS, 2017b, 5 de abril).

#### **2.2.1.2. Antecedentes históricos.**

Las pruebas arqueológicas encontradas en todo el mundo demuestran que el hombre nómada, mientras seguía buscando cobijo, desde las cavernas hasta las principales viviendas autoconstruidas, demuestran que el hombre en su ciclo de transformación y en su afán por ajustarse al clima y afrontar los diferentes entornos de cada lugar, explota los bienes a los que tiene fácil acceso y fabrica residencias vernáculas tanto para el como para su comunidad (Bossano & Garcés, 2017).

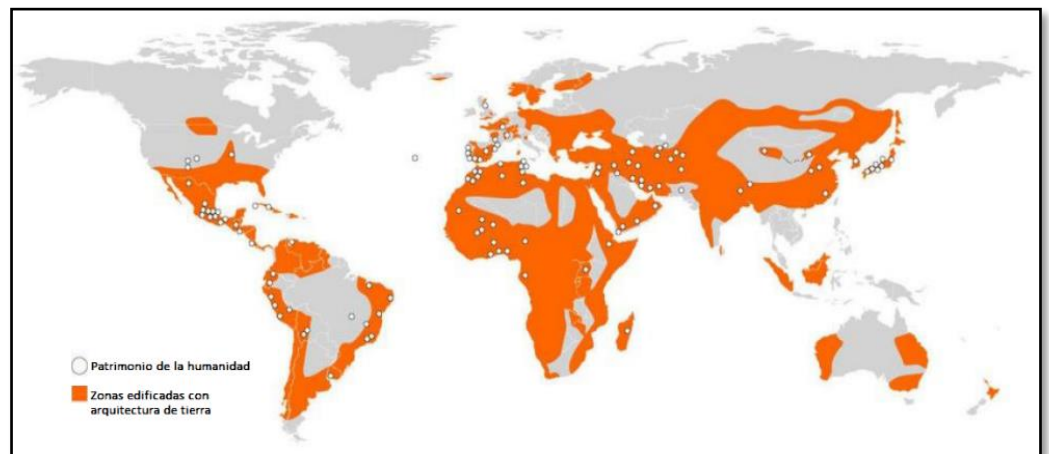
La principal prueba descrita sobre el adobe la ofrece Vitruvio en su estudio “los diez libros de la arquitectura”, quien ordena a los bloques como “de lidia” con un tamaño de un pie y medio de largo por un pie de ancho, y sugiere que no sean utilizados hasta después de dos años de secado (Ramírez, 2011). Por otro lado, Neves et al. (2011) menciona que, con la utilización de los moldes de madera, cambio el planteamiento de ensamblaje de las casas; esta metodología de construcción se remonta a unos ocho mil años atrás, dando lugar al desarrollo de nuevos materiales con formas rectangulares, como por ejemplo el adobe, lo que supuso un desarrollo en el ámbito de la construcción.

En el ámbito mundial se puede evidenciar casos de utilización del adobe, observando comunidades urbanas enteras y enormes asentamientos, por ejemplo, en Mesopotamia, Creta, Egipto, Oriente

Medio y el Suroeste de Asia. En varias partes hay restos extraordinarios, por ejemplo: Catal Huyuk de Turquía con 8,000 años de antigüedad; Gani-Dareh de Irán, de 7,000 años antes de Cristo; Uruk (ciudad de los Sumerios) con 4,800 años; y Egipto en los graneros de Ranés II de 4,500 años (Neves et al., 2011).

### ILUSTRACIÓN 3

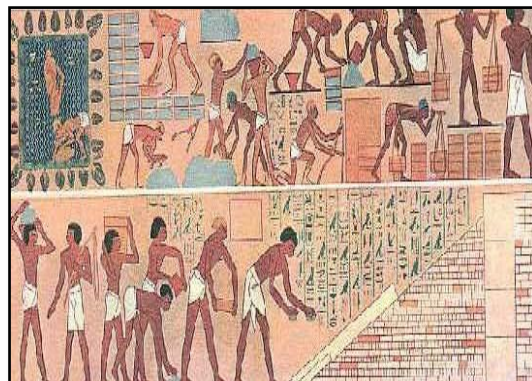
*Expansión de la Técnica de Construcción con Tierra Cruda.*



**FUENTE:** Gatti (2012).

### ILUSTRACIÓN 4

*Esclavos Moldeando Adobes en la Tumba de Rekmara.*



**FUENTE:** CRATerre "Centro Internacional de Arquitectura de Tierra" (1996)

## ILUSTRACIÓN 5

*Graneros de Ramsés II.*



**FUENTE:** *Foro Egipto (como se citó en Zeas & Benalcázar, 2021).*

Centrándonos sólo en América Latina, Guzmán & Iñiguez (2015) mencionan que el desarrollo de la tierra se ha utilizado en estructuras excepcionalmente antiguas, por ejemplo, la Huaca del sol y la luna en Trujillo, Perú, en la época Mochica. Desarrollo realizado con bloques de unidades de adobe que contenía una pirámide con medidas de 228m x 136m en la base y 41m de altura. La ciudad de Chan - Chan, importante desarrollo en la construcción en el continente, uno de los más grandes del Perú, que con sus 20km<sup>2</sup> está conformado por casas trabajadas en adobe unidas con bahareque y bajorrelieves de tierra.

## ILUSTRACIÓN 6

*Ciudad Sagrada de Chan-Chan.*



**FUENTE:** *Salas (1995).*

Para el pueblo Incaico los materiales utilizados en sus construcciones más trascendentes eran la piedra y la tierra, materiales que se ajustaban y respondían suficientemente a las condiciones del entorno y del paisaje. En eventos específicos, se utilizaron los dos armazones, la piedra para el piso posterior y los bloques de tierra para el piso posterior. Las piedras se utilizaban para el desarrollo de estructuras públicas, que se trabajaban de forma exclusiva, de manera que cada piedra encajaba impecablemente con la cercana, mientras que, para las casas, las piedras se hacían con rocas que cubrían o se sostenían con otras como para las encajadas. La tierra es uno de los materiales más utilizados por las sociedades nativas. La cultura inca involucró la tierra entre las piedras como mortero y, sorprendentemente, la involucró para la producción de adobes, utilizados por su sencilla apertura y su propiedad térmica (Zeas & Benalcázar, 2021). Por otra parte Vega (2018) menciona que en el Perú, las casas de adobe son en su mayoría de 1 o 2 pisos, y la mayoría de estas estructuras están en lugares rurales. El grosor de las paredes oscila entre 0,30 m y 1,00 m (casas antiguas). Las habitaciones son amplias (sobre todo el salón). Las cocinas y los lavabos están situados en su mayoría, en el exterior de la casa. Tienen un espacio en la parte trasera que se utiliza para almacenar o para la crianza de animales. El techo está hecho de troncos de eucalipto sostenidos en las paredes, con inclinaciones de una o dos aguas. La cubierta de los techos es de caña y sobre ella se coloca una torta de barro; en otras casas se utilizan tejas o calaminas.

A lo largo del tiempo, diferentes Instituciones e individuos han intentado aumentar su eficiencia en sus propiedades de la unidad de adobe, añadiendo materiales regulares e industrializados a la mezcla de

barro y agua para dar a los bloques una buena resistencia estructural y hacerlos impermeables (Ríos L. S., 1994). En consecuencia, al pasar los años se ha venido utilizando la paja o la caña como estabilizador característico para prevenir la rotura que se produce en las unidades de adobe durante o después del sistema de secado. La cantidad de paja o caña que se agrega a la unidad de adobe se debe más a la experiencia y a al conocimiento empírico del individuo que la elabora, con el fin de que no se presenten fisuras por el suelo orgánico o de la excesiva presencia de tierra arcillosa. Por otro lado, Isik et al. (como se citó en Benitez, 2017) observaron que el adobe tiene una resistencia competente, es resistente a los acontecimientos sísmicos, lo cual es prueba de la capacidad de resistencia de la unidad de adobe. Al evaluar a las iglesias históricas en la costa norte del Perú, concluye que ni los temblores sísmicos ni las precipitaciones son las razones inmediatas de los daños en las estructuras de adobe y quincha, sino las inundaciones, que sumergen el material desde la base. Al parecer, los materiales habituales, como el adobe y la quincha, son capaces de controlar los impactos de las lluvias y los terremotos cuando se utiliza techo adecuado de protección. En consecuencia, el adobe equilibrado (estabilizado) debería tener la opción de desarrollar aún más la oposición a la humedad y las propiedades mecánicas del material.

#### **2.2.1.3. Tipos de adobe.**

La metodología de fabricación y de los compuestos que lo componen hacen que existan diferentes tipos de bloques de adobe, considerando los más utilizados como el Adobe simple, el adobe estabilizado, el adobe compactado y el adobe quemado.

- a) Adobe simple:** Chino (2018) la describe como producto formado por la combinación de tierra y agua, sin ninguna compuesto químico o físico adherido a ella; su consistencia única de la mezcla es fundamental para que durante el periodo de dormido de la mezcla esta tome la suficiente plasticidad para el embellecimiento de las unidades de adobe.
- b) Adobe estabilizado:** La normativa del MVCS (2017b, 5 de abril) la define como bloques en los que se han consolidado diversos materiales como asfalto, cemento, cal, entre otros; para trabajar sus estados de resistencia a la compresión y seguridad en la presencia de humedad. Considerando también que la gradación de la materia prima (suelo) podría variar en relación a lo predeterminado para la preparación de los bloques típicos. Por otro lado, Ríos E. Y. (2010) especifica que, en el caso de los bloques de adobe estabilizados, el material de estabilización disminuye el problema principal que presenta las unidades de adobes simples, o al menos, ayuda a mejorar su resistencia a la humedad. De esta manera, la adhesión de un estabilizador debería aumentar la resistencia a la compresión del adobe aglomerando sus partículas, disminuyendo o eliminando totalmente la retención de agua; mediante la fijación de los huecos y el recubrimiento de las partículas de barro con una película impermeable; asimismo, debería disminuir el agrietamiento de la unidad de adobe.
- c) Adobe compactado:** Ríos E. Y. (2010) menciona que la compactación La compactación del adobe es una opción que aprovecha las ventajas del adobe convencional para limitar sus inconvenientes en cuanto a resistencia, ya que mezclando adecuadamente los elementos del adobe convencional y añadiendo después una fuerza de compactación con una prensa, se consigue un material más homogéneo. El impacto



de la compactación se refleja en el aumento de su densidad, ampliando su resistencia mecánica, debido a la disminución de la porosidad.

**d) Adobe quemado:** La terminología alude a los bloques de adobe de barro que han sido curados en el horno a baja temperatura, considerando también que este tipo de bloques de adobe no tiene la densidad adecuado para ser resistente a la helada (Chuya & Ayala, 2018).

#### **2.2.1.4. Componentes del adobe tradicional.**

##### **2.2.1.4.1. Suelo.**

La tierra es una sal soluble que atrae la humedad, también tienen la propiedad de "moverse" dentro de los materiales cuando entran en contacto con el agua, provocando la presencia de eflorescencias en las superficies y debilitando los diseños, por lo que deben mantenerse alejadas. La tierra se considera la principal sustancia natural para fabricar bloques de adobe y mortero de barro, que se compone de tres etapas: mineral, líquido y gaseoso. La etapa mineral está compuesta por partículas de diversos tamaños como gravas, arenas, limos y arcillas. Las etapas sobrantes, compuestas por gases y líquidos, consumen los espacios vacíos entre las partículas compactas (Sánchez, 2010). Por otro lado, el tipo de suelo que se utiliza para la fabricación de los bloques de adobe es de extrema importancia, el cual debe estar limpio o libre de contaminación y contener una cantidad suficiente de arena y arcilla, que puede fluctuar según la región en la que se fabrican los bloques de adobe. La combinación suficiente de arcilla y arena hace que la tierra se vuelva dinámica mientras está húmeda, incrustándose

entre la arena y pasando como un folio en la mezcla, como lo que realmente hace el hormigón en el concreto; así, la arena es un material ocioso que no cambia cuando se moja y su capacidad es dar diseño y resistencia a la mezcla. Es importante ser excepcionalmente cauteloso con el control de la dosificación de la arena en la mezcla, ya que construye a la porosidad, disminuye la unión de partículas y se pierden las propiedades mecánicas de la combinación.

Cabe mencionar que en la naturaleza hay un número interminable de suelos combinados como uno solo, razón por la cual no todos los suelos son apropiados para hacer bloques de adobe. De ahí que sea vital realizar pruebas fundamentales en la tierra antes de empezar a hacer bloques de adobe.

**a) Arena:** Crespo Villalaz (2004) la denomina como material de grano fino procedente de la denudación de las rocas o de su pulverización artificial y cuyas partículas oscilan entre los 2 mm y los 0,05 mm de diámetro. El inicio y la presencia de las arenas es similar a la de las rocas: las dos se rastrean generalmente juntas en un almacén similar. La arena de río suele contener generalmente grandes extensiones de grava y arcilla. Las arenas, cuando están limpias, no se contraen al secarse, no son plásticas, son considerablemente menos comprimibles que la arcilla, y, en el caso de que se aplique una carga a su superficie, se apisonan inmediatamente. Por otra parte, Lambe & Whitman (2004) mencionan que, según su disposición, las arenas son aquellos suelos que

pasan por el tamiz N°4 (4,76mm) y son retenidas por el tamiz N°200 (0,074mm). Las arenas son, en su mayoría, poco permeables y más estables que las que tienen difícilmente granulometría uniforme. La anomalía de las partículas construye un poco la firmeza. La arena fina uniforme tiene cualidades cercanas a las de un limo, es decir, su permeabilidad disminuye y su firmeza disminuye con la expansión de la humedad.

**b) Limo:** Crespo Villalaz (2004) la denomina como un suelo de grano fino con una plasticidad prácticamente nula, y pueden ser limo inorgánico, como el que se crea en las canteras, o un limo orgánico, por ejemplo, el que se encuentra normalmente en los ríos, teniendo esta última opción cualidades plásticas. La anchura de las partículas de limo oscila entre 0,5 mm y 0,005 mm. Su variedad varía desde un tono claro hasta uno extremadamente opaco. Por otro lado, Lambe & Whitman (2004) mencionan que el limo por su propia naturaleza, es visto como inestable, especialmente cuando se incrementa la humedad, con una inclinación a fluir cuando se empapa. Es moderadamente impermeable, desafiante a la compactación, totalmente vulnerable a la actividad del hielo, de fácil desintegrado y dependiente de la tubificación y el burbujeo.

La Normativa Técnica Peruana (INDECOPI, 2014a, 26 de Jun.) la clasifica de acuerdo a su agrupación; el cual menciona que son limos los suelos que pasan por el tamiz N°200 (75 µm), que son no plásticos o excepcionalmente poco plásticos, que muestran una obstrucción casi nula

cuando se secan al aire. La normativa también menciona que el limo, es un suelo de grano fino o una porción de grano fino de un determinado suelo, con menor que 4 en su índice de plasticidad y ubicado por debajo de la línea "A" en el gráfico de índice plástico vs límite líquido.

**c) Arcilla:** Vega (2018) especifica que la arcilla es un mineral enmarcado por el desmenuzamiento de diferentes tipos de roca, bajo la actividad de agentes climáticos. Estos suelos contienen como parte principal al silicato que vendría a ser óxido de Silicio ( $\text{SiO}_2$ ), y a la alúmina que es el óxido de Aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Por otro lado, Lambe & Whitman (2004) aluden a que tienen partículas de forma angular extremadamente finas ( $< 0,002$  mm) formadas por agregados atómicos moderadamente estables, resultado del deterioro y con propiedades físicas y disposición química relativamente diferentes a las arenas, gravas y limos. No obstante, hay partículas dentro de este rango de tamaño que no son minerales de arcilla. De este modo, las partículas de menos de  $2 \mu\text{m}$  deben ser aludidas como "fracción de arcilla" y no simplemente arcillas.

Crespo Villalaz (2004) considera que el diseño de estos minerales es en general, complicada y cristalina, con átomos organizadas en una estructura laminar. De hecho, podría decirse que hay dos tipos de ejemplares típicos de tales láminas: Una de ellas del tipo silíceo y la otra del tipo aluminoso. Por su parte, Vega (2018) considera que cada cristal está formado por una progresión de láminas delgadas (en diversas cantidades). Cada lámina se denomina paquete,

ya que está formada por 2 o 3 capas de silicato y alúmina. Los silicatos son el conjunto de minerales más abundante, ya que constituyen más del 95% del globo terrestre, así como el conjunto más significativo desde el punto de vista geográfico, ya que son Petro génicos, es decir, los minerales que estructuran las rocas. Todos los silicatos están formados por silicio y oxígeno. Por regla general, las arcillas, ya sean montmoriloníticas, iliticas o caoliníticas, son plásticas, muestran una unión dibujada en función del contenido de humedad, al secarse se contraen, son comprimibles y se empaquetan gradualmente cuando se aplica una carga a su superficie. Según una perspectiva de desarrollo en la construcción, una de sus cualidades es que la fuerza que se pierde por el remoldeo se recupera un poco a largo plazo. Esta peculiaridad se conoce como tixotropía y es de naturaleza físico – químico (Crespo Villalaz, 2004).

Por otra parte, Sánchez (2010) menciona que las propiedades que separan y caracterizan a la arcilla son la versatilidad, que crea al mezclarse con una medida específica de agua, y la unión o resistencia cohesiva. La versatilidad es la capacidad de la arcilla para ser moldeada sin romperse en estado húmedo. Esta propiedad está limitada por la cantidad y la naturaleza de la arcilla presente en la tierra y ocurre dentro de muchas humedades.

#### **2.2.1.4.2. Agua.**

Para efectos de preparación de los bloques de adobe, se debe considerar agua consumible, liberada de

materiales orgánicos y sales, limpia de medidas nocivas de aceites, antiácidos, ácidos, entre diferentes sustancias que podrían ser inseguras, así como obstaculizadoras a la hora de realizar la mezcla de barro para la creación de bloques de adobe. La Normativa (MVCS, 2017b, 5 de abril) especifica, que el agua de mar puede ser utilizada siempre que cuente con la aprobación del ingeniero encargado del monitoreo la fabricación de los bloques de adobe.

**Efectos del agua en la arcilla:** De la peña (1997) refiere que la cantidad de agua a utilizar puede ser desfavorable para la estructura de adobe, sobre todo si es abundante. Esto se debe a que las partículas de arcilla, al entrar en contacto con una medida creciente de agua, primero se expanden en volumen, luego se vuelven más sueltas (versatilidad plástica) y a la larga se dispersan en una suspensión de agua. Como el arcilla es el pegamento especialista del adobe, este impacto es claramente desfavorable, ya que provoca su deterioro o pérdida de material. Simultáneamente, cuando la arcilla se seca, se arruga y puede provocar fisuras en el adobe. Por su parte Dominguez y Schifter (como se cito en Benitez, 2017) observan que cuando el agua entra en contacto con la arcilla, ésta presenta una estructura sucesiva que tiene varias etapas.

✚ **Etapa 1:** Hacia el inicio la arcilla se encuentra en un deliberado desecado (deshidratado), con algunas partículas de sodio (Na<sup>+</sup>), de potasio (K<sup>+</sup>) o tal vez de calcio (Ca<sup>2+</sup>) que se adsorben en el espacio interlaminar.

- ✚ **Etapa 2:** Según la perspectiva electrostática, las cargas negativas de la tierra se agregan en las superficies planas de las láminas, mientras que los bordes recogen ciertas cargas. Entonces, las partículas de sodio, en ese momento, se concentrarán generalmente en las superficies planas.
- ✚ **Etapa 3:** Al entrar en contacto con la arcilla, las partículas de agua son atraídas inequívocamente hacia las superficies planas debido a la presencia de las partículas de sodio con carga positiva. Hay que recordar que, a escala subatómica, los poderes electrostáticos son los más significativos.
- ✚ **Etapa 4:** En este estado, los átomos de agua se vuelven más dipolares, atrayendo a otros de su misma clase.
- ✚ **Etapa 5:** La carga negativa de la capa exterior de las láminas aumenta a medida que los átomos de agua se aferran unos a otros ampliando su polarización. En un momento dado, la carga superficial es con el fin de que las laminillas se repelan entre sí, aislándose unas de otras y al mismo tiempo el espacio interlaminar se extiende, provocando la marca de expansión de las arcillas.
- ✚ **Etapa 6:** Las partículas de agua siguen ocupando el espacio interlaminar, matando en cierta medida las superficies descubiertas y manteniendo las laminillas alejadas unas de otras, hasta que el agua es extraída por algún ciclo de secado, lo que provoca un repliegue del volumen de la lámina.
- ✚ **Etapa 7:** Se alcanza el equilibrio de hidratación mientras se realiza la mezcla de arcilla con el agua, provocando una construcción interior hidratada que hace que los bordes con

carga positiva se armonicen con las caras placas con carga positiva, por lo que se enmarca una estructura de castillo de cartas, para que las partículas de agua entren y salgan abiertamente. Este lugar de cartas puede caer por la fomentación viva de la suspensión, sin embargo, en general se formará en el futuro suponiendo que la inquietud se termina, es decir, suponiendo que el medio se libera de los esfuerzos mecánicas. Esta última opción de impacto se debe a la forma en que las hojas se mantienen con cargas electrostáticas que las atrae.

#### **2.2.1.4.3. Paja.**

Normalmente se piensa que es una pieza fundamental del bloque de adobe en su modalidad convencional, esto en sí mismo no es exacto, ya que los bloques de adobe contemporáneos no lo utilizaban. Su utilización es específicamente como estabilizador del adobe, ya que su unión permite que el bloque de tierra obtenga una mayor rigidez, manteniéndose consecuentemente alejado de las fisuras a la hora del secado. En realidad, si se controla adecuadamente el equilibrio de arcilla y arena, no es necesario el uso de la paja (Rodríguez, 2019). Por otro lado, López & Torbisco (2020) refieren que la paja es vista como un increíble protector térmico y acústico, transpirable, sonoro, controlador de la humedad, excepcionalmente adaptable, simple de trabajar y su asociación con la arcilla es extremadamente útil. Asimismo, es un material realmente económico, ya que es una acumulación de ejercicios agrícolas y es accesible en muchas regiones del planeta. Esta



planta, durante su vida, asimila el CO<sub>2</sub> del clima por medio de la fotosíntesis y hacia el final de su vida útil bien puede ser devuelto a la biosfera.

#### 2.2.1.5. Composición del adobe según diferentes autores.

Hay que tener una consideración excepcional a la hora de dosificar los materiales para la producción de bloques de tierra (bloques de adobe). En general, los problemas de fisuramiento de los bloques de adobe se deben a la presencia de una cantidad excesiva de barro o a que no están protegidos del sol o del viento. Por ello, normalmente se incluye arena gruesa junto con la mezcla restante para ajustar su límite más prominente con respecto a la contracción - expansión, lo que puede provocar distorsiones y fisuramiento (Ríos E. Y., 2010).

**TABLA 4**

*Composición de Adobe Según Diferentes Fuentes de Información.*

Autor/Fuente	Arcilla	Limo	Arena	M.O
Vélez (2010, Venezuela)	20%	--	80%	--
Aguilar (2008, México)	20 – 30%	--	60%	--
Sarozá et al. (2008, Cuba)	> 15%	--	--	--
Ducman et al. (2004, USA)	30%	--	--	--
Norma E. 080 (2006, Perú)	10 – 20%	15 – 25%	55 – 70%	0%
Morales et al. (1993, Perú)	25 – 45%		55 - 75%	--
Doat et al. (1991, Francia)	15 – 18%	10 – 28%	55 – 75%	< 3%
Smith et al. (1989, USA)	15 – 45%		55 – 85%	--
Bengtsson y Whitaker (1986, Roma)	10 – 30%	10 – 40 %	40 – 80%	0 – 0.3%
Barrios et al. (1986, España)	35 – 45%		55 – 65%	--
Bush (1984, USA)	20%	15%	65%	--

**FUENTE:** *Benitez (2017).*

**Nota:** La tabla 4, muestra que, a lo largo del tiempo, la extensión de los materiales de adobe se ha ido ampliando; las proporciones de arcilla y arena cambian en grandes medidas, teniendo en cuenta que el material más dominante es la arena en lo que respecta a los limos y arcillas; el

material orgánico debería mantenerse alejado, por lo mucho se pueda aceptar en la mezcla en un 3% debido a su baja resistencia.

#### **2.2.1.6. Composición y características de la tierra.**

La revisión visual es en general adecuada para permitir una prueba rápida y correcta del tamaño y forma de grano que componen el suelo grueso (Tschebotarioff, 1978). Por otro lado, Chino (2018) menciona que, para la identificación de los granos finos, existen estrategias de campo y de laboratorio que distinguen subjetivamente los suelos.

Para comprobar si la tierra a utilizar es razonable para la creación de bloques de tierra (adobes), se considerará las siguientes pruebas: Ensayos de campo, Ensayos tacto - visuales y ensayos de laboratorio.

##### **2.2.1.6.1. Ensayos de Campo.**

Estos ensayos o pruebas dan datos generales y rápidos sobre el tipo de suelo a utilizar para la elaboración de adobes, los mismos que deben de contrastarse con resultados de ensayos de laboratorio.

##### **a) Prueba de sedimentación o decantación de partículas.**

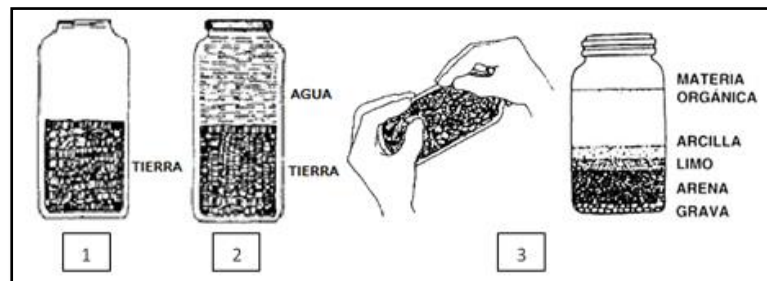
**Objetivo:** Conocer de forma razonable la clasificación del suelo por medio de la precipitación.

**Descripción:** 1) Se muele un poco de tierra de forma impecable para ponerlo en un recipiente, 2) Se añade una medida equivalente de agua, 3) Se agita y se deja reposar hasta que el agua esté clara. Para acelerar la sedimentación, se añade una cucharada de sal al agua, las arenas se sedimentarán primero ya que son las partículas más

pesadas, seguidas de los limos, por último, se sedimentarán las arcillas, que son las partículas más ligeras. Sin embargo, Chino (2018) menciona que los porcentajes genuinas entre la arena, el limo y la arcilla no pueden ser absolutamente asumidos debido a que las capas diferenciables se comparan con cambios adicionales inesperados en el tamaño de las moléculas, que no se garantiza que se relacionen con los límites de orden de clasificación precisos.

### ILUSTRACIÓN 7

*Prueba de Sedimentación.*



FUENTE: *Morales et al. (1993).*

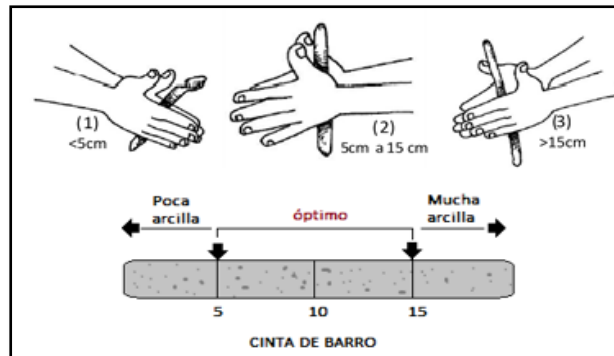
#### b) Prueba de la cintilla o cinta de barro.

**Objetivo:** Comprobar el nivel de flexibilidad del material.

**Descripción:** Se trabaja con agua un porcentaje de material impecablemente molido y se hace un cordón de 20 cm de largo sobre una superficie lisa y se levanta para su percepción; 1) Si la tira se rompe antes de 5 cm, la tierra es arenosa y puede ser utilizada para la producción de adobes estabilizado. 2) Si se rompe entre 5 y 15 cm, la tierra es apta para ser utilizado en la fabricación de adobes típicos. 3) Por último, si la cintilla se rompe en una longitud superior a 15 cm, la tierra es arcillosa.

## ILUSTRACIÓN 8

*Prueba de Cinta de Barro – Procedimiento.*

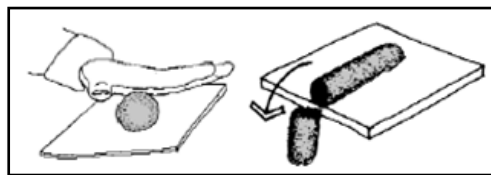


**FUENTE:** *Blondet et al. (2010).*

Carnevale et al. (2015) refiere que esta prueba nos da datos sobre la adherencia de la tierra revisada, así como la presencia de arenas y arcillas presentes en la tierra. Se puede revisar la abundancia de uno u otro material, cuando es extremadamente arcilloso, se pueden añadir arenas o fibras y en el caso de que sea arenoso, se pueden añadir suelos arcillosos.

## ILUSTRACIÓN 9

*Prueba de Cinta de Barro.*



**FUENTE:** *Carazas (2002).*

### c) Prueba de impacto de la bola húmeda o de resistencia seca.

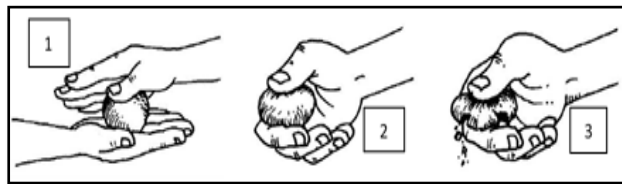
**Objetivo:** Notar si en el suelo existe presencia de arcilla.

**Descripción:** 1) Realizar 6 pequeñas bolitas de tierra, de unos 2 cm de medida. Cuando estén secos, después de 48 horas, aplastar cada bolita con el dedo pulgar. 2) Si las bolitas

son sólidas hasta el punto de que ninguna puede romperse, la tierra tiene suficiente arcilla para ser utilizada en la elaboración de adobe. 3) Si una parte de las bolitas se rompe, la tierra es insatisfactoria porque necesita arcilla y debe ser eliminada.

#### ILUSTRACIÓN 10

*Prueba de Impacto – Bola Húmeda*



FUENTE: *Blondet et al. (2010).*

#### d) Prueba de la pastilla (prueba de disco).

**Objetivo:** Observar las peculiaridades concebibles de la retracción y evaluar la resistencia del suelo.

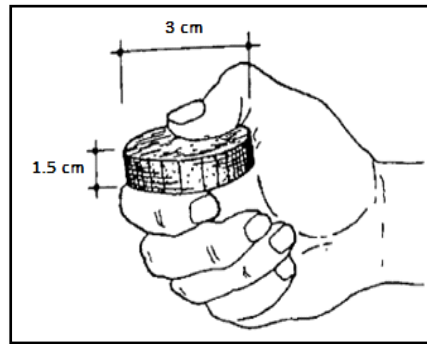
**Descripción:** Se trabaja la tierra empapada y se hacen 5 círculos de 3 cm de ancho y 1,5 cm de grosor con la ayuda de un tubo de PVC. Se dejan secar durante 48 horas y después se intenta romperlos.

**Consideraciones:** 1) Si la placa de tierra se aplasta sin esfuerzo, muestra que no hay retracción, denotando que la tierra se transforma efectivamente en polvo y se considera que tiene una resistencia baja o insuficiente. 2) Si el ejemplo al ser aplastado muestra una retracción insignificante, pero al mismo tiempo es simple de llegar a ser polvo, la tierra se considera deficiente. 3) Finalmente, en el caso de que el ejemplo de tierra presente una retracción significativa al ser aplastada, y sea innegablemente desafiante transformarla en

polvo, para esta situación la tierra tiene una resistencia alta, y se piensa que es satisfactoria para la producción de adobes.

### ILUSTRACIÓN 11

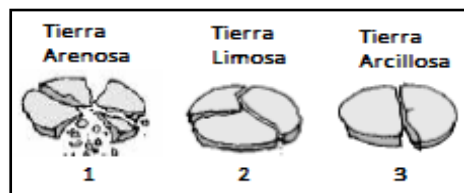
*Dimensiones de la Prueba de la Pastilla*



**FUENTE:** Morales et al. (1993).

### ILUSTRACIÓN 12

*Retracciones de la Tierra*



**FUENTE:** Carazas (2002).

#### e) Prueba de contenido de humedad.

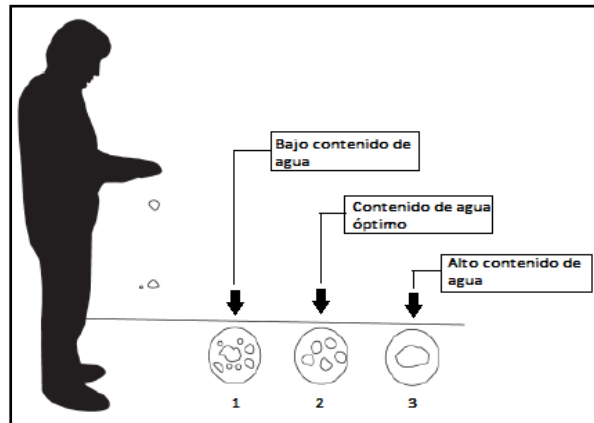
**Objetivo:** Observar el contenido de humedad de la combinación.

**Descripción:** Según el reglamento del MVCS (2017b, 5 de abril) nos menciona que para esta prueba se debe realizar una bola con la combinación presionándola firmemente entre la mano, del tamaño de una mano cerrada, dejarla caer sobre un suelo firme a un nivel de aproximadamente 1.10m. 1) Si se deshace en el suelo, la tierra está excesivamente seca. 2) En caso de que se desmenuce en 5 trozos o más, el

contenido de humedad es adecuado.3) Por el contrario, en caso de que la bola se aplaste sin romperse, el contenido de humedad es excesivamente alto.

### ILUSTRACIÓN 13

*Contenido de Humedad*



FUENTE: MVCS (2017b, 5 de abril).

#### f) Prueba de resistencia.

**Objetivo:** Observar la resistencia de un bloque de tierra (adobe).

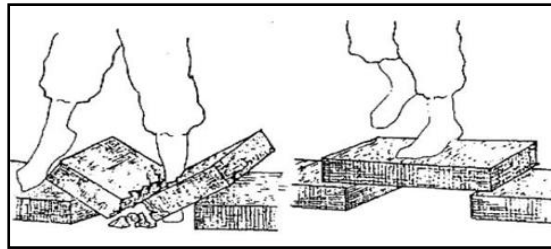
**Descripción:** Se eligen tres pruebas de adobes que no contengan fisuras ni estén alabeados. Se colocan dos adobes en la base a una distancia de 30 cm y un tercer adobe se coloca encima de ellos. El tercer adobe debe ser lo suficiente resistente para soportar una carga de un individuo que pesa aproximadamente 80 kg brevemente (Blondet et al. 2010).

**Consideraciones:** Si se observan fisuras o deformaciones después de un mes, se debe a la ausencia de paja en la mezcla. El adobe de prueba se utiliza después de un mes de secado; en caso de que aparezcan fisuras o deformidades

después de un mes de secado, debe añadirse paja; este bloque de tierra debe soportar al peso de un individuo; en caso de que no soporte la carga, debe añadirse arcilla a la mezcla

#### ILUSTRACIÓN 14

*Resistencia de Adobe - Procedimiento*



**FUENTE:** *Morales et al. (1993).*

#### **2.2.1.6.2. Ensayos tacto - visuales.**

Se trata de pruebas básicamente visuales sensoriales, que son idénticas a las pruebas químicas y se utilizan para reconocer la presencia de mecanismos químicos, por ejemplo, carbonatos, materia orgánica, sales y sulfatos, que pueden duplicarse en el campo.

##### **a) Prueba de olor.**

**Objetivo:** Identificar por el olor la presencia de material orgánico.

**Descripción:** Se toma una cantidad limitada de material en estado húmedo para identificar las partículas orgánicas que, en general, irradian un olor intenso.

**Consideraciones:** Calderón (2013) afirma que el suelo inorgánico normalmente no tiene olor, sin embargo, debido a la presencia de partículas orgánicas o la presencia de humus, en general irradia un olor a moho.



## **b) Prueba de color.**

**Objetivo:** Notar el tono de la tierra.

**Descripción:** Se toma un ejemplo seco y se visualiza el color de la tierra. En el caso de que sean claros y con un matiz espléndido, se consideran suelos inorgánicos, mientras que los tonos marrones apagados, verde oliva u oscuros se consideran suelos orgánicos (De la Peña, 1997).

**Consideraciones:** Pascual (2004) refiere que la percepción de las variedades, por ejemplo, blancas o tenues pueden contener caliza, yeso o coral y esto los haría erosionables; en el caso de que sean de color gris demuestran la presencia de limos o potencialmente carbonatos de calcio, son inadecuadamente duraderos y de simple corrosión; suponiendo que sean de tonos amarillos y ocre, contienen almidones; por último los suelos seguros tienen ocultamientos de color rojo a terroso opaco y contienen óxido de hierro.

## **c) Prueba de brillo.**

**Objetivo:** Reconocer la presencia de la tierra.

**Descripción:** Tomar una porción de material y mezclarlo con agua hasta enmarcar una bola de tierra del tamaño de una mano, luego, en ese punto, cortarlo por la mitad para tener la opción de ver las superficies.

**Consideraciones:** Carnevale et al. (2015) mencionan que, si presenta superficies brillantes, es un material arcilloso. Si

presenta poco brillo, es un limo. Si las superficies son oscuras, estamos en la presencia de arenas.

**d) Prueba de mordedura.**

**Objetivo:** Reconocimiento de su granulometría.

**Descripción:** Se toma una cantidad modesta de material y se aplasta después con los dientes para escuchar si se muele.

**Consideraciones:** De la peña (1997) refiere que, si el material no chirría, se trata de un suelo arcilloso. Si se aplasta ligeramente, se trata de un suelo limoso y, por último, si se tritura de forma desagradable, se trata de un suelo arenoso.

**e) Prueba del lavado de manos.**

**Objetivo:** Reconocer las partículas del suelo.

**Descripción:** Se toma un trozo de suelo húmedo entre las manos para sentir las partículas de tierra con claridad.

**Consideraciones:** Carnevale et al. (2015) menciona que, si al lavarse las manos se escurre sin problemas, se trata de un material arenoso o de grava. Si al lavarse las manos el material se siente húmedo y queda una pequeña película de tierra en las manos, se trata de un suelo arcilloso. En caso de que la tierra en estado seco sea fina y las manos puedan limpiarse simplemente frotando, pero a la vista del agua no sea pegajosa y sea fácil de enjuagar, se trata de un material limoso, talcoso.

### **2.2.1.6.3. Ensayos de laboratorio.**

A continuación, se presentan las diferentes pruebas de centros de investigación (laboratorios de suelos) utilizadas para las calidades del suelo, sostenidas por las normativas internacionales (ASTM y AASHTO), normativas nacionales (RNE y MTC), libros y los diversos manuales especialistas en mecánica del suelo.

**a) Contenido de humedad:** De acuerdo a la normativa del MTC (2016, 27 Jun.) en el cual menciona que el contenido de humedad de la tierra es la relación expresada como porcentaje del peso de agua en una masa de tierra, a la pesadez de las partículas sólidas. Además, la técnica ordinaria para el aseguramiento de la humedad del suelo en los centros de investigación (laboratorios de suelos) es el secado en hornos, siguiendo lo especificado en las recomendaciones de la ASTM D2216 y la E 108 del MTC; para encontrar el contenido de humedad, se debe realizar el cálculo adjunto:

$$W (\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

Donde:

W = Es el contenido de humedad (%).

W<sub>w</sub> = Es el peso del agua, en gramos.

W<sub>s</sub> = Es el peso de las partículas sólidas, en gramos.

Los resultados se introducen en tablas y el contenido de humedad vale en porcentaje.

**b) Análisis granulométrico:** Braja M. Das (1985a) menciona que se trata de un ciclo utilizado para decidir el porcentaje del tamaño de las partículas presentes en el suelo, mencionadas en porcentajes de peso seco completo (o masa). Por otro lado, Crespo Villalaz (2004) refiere que, para la caracterización del tamaño de las moléculas del suelo, se utilizan en su mayoría dos estrategias, que son la estrategia de cribado (para tamaños de partículas con diámetro superiores a 0,075 mm) y la técnica hidrométrica (para tamaños de moléculas con diámetros inferiores a 0,075 mm). La técnica de cribado es la más sencilla, sin embargo, a medida que aumenta la finura de los granos en el cribado, resulta progresivamente problemática, acudiendo en estos casos al sistema de sedimentación (técnica hidrométrica), cuando se conoce la gradación del suelo, se introduce los datos en una gráfica para enmarcar la curva granulométrica pretendida.

**Método del tamizado:** De acuerdo al manual de ensayo de materiales del MTC (2016, 27 Jun.) el cual menciona que este método se trata de una estrategia para decidir las proporciones de tierra que pasan por los distintos tamices de la serie utilizada en las pruebas, hasta la red N°200 (74mm). Por otro lado, Duque & Escobar (2002) afirma que, para el perfeccionamiento del método, una cantidad de tierra es llevada al horno para su secado, a fin de evitar la pérdida de finos. Cuando la tierra pasa por el cribado, se hace pasar por una serie coordinada de coladores de aberturas con tamaños decrecientes y conocidos, de arriba hacia abajo. La malla

principal es el de mayor medida, iniciando el sistema de cribado, el cual se tapa a la hora de la prueba para evitar la pérdida de finos; el último colador (tamiz) se encuentra en la base y se apoya en un recipiente de forma similar a uno de los coladores, el cual recibe el material más fino no retenido por ningún colador. Por su parte Braja M. Das (2001b) menciona que después del cribado se miden las proporciones de tierra retenidas en cada uno de los coladores (tamices), determinando la porción de suelo que pasa, porcentaje denominado en general “porción de suelo que pasa”, el cual cada porcentaje que pasa en cada colador se plasma en un gráfico de papel semilogarítmico.

#### ILUSTRACIÓN 15

*Tamices de Malla Cuadrada.*

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75000
2"	50800
1 1/2"	38100
1"	25400
3/4"	19000
3/8"	9500
N° 4	4760
N° 10	2000
N° 20	0.84
N° 40	0.425
N° 60	0.26
N° 140	0.106
N° 200	0.075



**FUENTE:** MTC (2016, 27 Jun.).

**Método del hidrómetro:** El manual de ensayo de materiales del MTC (2016, 27 de junio) menciona que esta técnica depende del principio de sedimentación de las partículas del suelo en el agua. Para la investigación hidrométrica se espera que la regulación de ley de Stokes pueda aplicarse a una masa de suelo disperso, con partículas de diferentes

formas y tamaños. El hidrómetro se utiliza para decidir el porcentaje de partículas de suelo dispersas que permanecen en suspensión en un tiempo determinado. Para las pruebas rutinarias con fines de clasificación, el examen con hidrómetro se aplica a las partículas de suelo que pasan el colador (tamiz) de 2.00 mm (Nº 10). Por su parte Crespo Villalaz (2004) menciona que estos hidrómetros se alinean para mostrar la cantidad de suelo que aún está en suspensión en algún momento aleatorio "t". Las estrategias seguidas para decidir los tamaños de las partículas inferiores a 0.074 mm dependen de la regulación de ley de Stokes, que da la velocidad de sedimentación de las partículas redondas fuertes en un fluido.

De acuerdo a Braja M. Das (1985a) estas son las ecuaciones a tener en cuenta:

$$\begin{array}{ccc}
 \boxed{V = \frac{\rho_s - \rho_w}{18\eta} * D^2} & \begin{array}{c} \text{Si:} \\ V = \frac{L}{t} \\ \rho_s = G_s \rho_w \end{array} & \Rightarrow \boxed{D = \sqrt{\frac{30\eta}{(G_s - 1)\rho_w}} * \sqrt{\frac{L}{t}}}
 \end{array}$$

Donde:

V = Velocidad

L = Longitud efectiva (es decir, longitud de la superficie del agua en la probeta al centro de gravedad del hidrómetro)

t = Tiempo.

D = Diámetro de las partículas de suelo.

G<sub>s</sub> = Peso específico de los sólidos del suelo

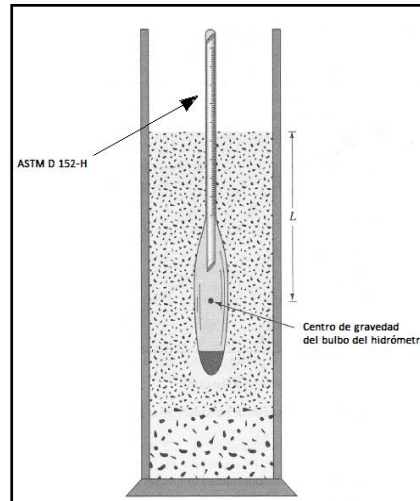
ρ<sub>s</sub> = Densidad de partículas sólidas.

$\rho_w$  = Densidad de agua.

$\eta$  = Viscosidad del agua.

### ILUSTRACIÓN 16

*Análisis Granulométrico con Hidrómetro.*

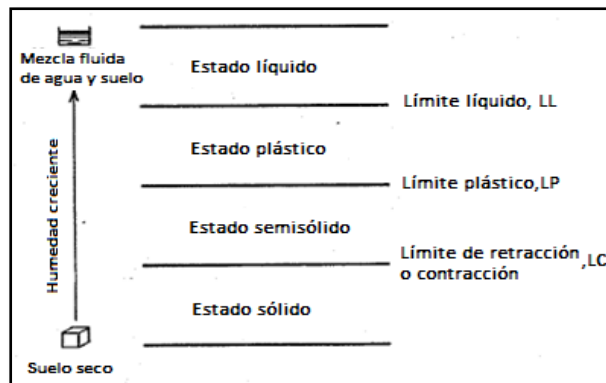


FUENTE: Braja M. Das (1985a).

**c) Límites de consistencia o límites de atterberg:** Estas pruebas se llevan a cabo cuando se dispone de arcillas en la tierra examinada, ya que los minerales de la arcilla pueden reconstruirse cuando entran en contacto con algo de humedad sin desintegrarse; este carácter fuerte se debe al agua adsorbida que engloba a las partículas de arcilla. Suponiendo que el contenido de agua sea excepcionalmente alto, la arcilla y el agua fluyen como un fluido, lo que significa que, dependiendo del contenido de agua, la idea de la conducta del suelo se caracteriza aleatoriamente en cuatro estados esenciales, denominados sólido, semisólido, plástico y líquido (Braja M. Das, 1985a). En ese sentido Lambe & Whitman (2004) mencionan que los elementos de humedad y los focos de cambio que comienzan con un estado y pasan al siguiente se denominan límites de contracción. Estos límites se denominan también límites de Atterberg.

## ILUSTRACIÓN 17

*Límites de Atterberg e Índices con Ellos Asociados.*



**FUENTE:** *Lambe & Whitman (2004).*

Según el manual de ensayo de materiales del MTC (2016, 27 Jun.) estas estrategias se utilizan como una pieza fundamental de diferentes clasificaciones de orden de diseño para retratar las partes de grano fino de los suelos, y se usa la especificación estándar para materiales del suelo y agregados (ASTM D-1241); en la medida de lo posible, estos límites de consistencia de suelos se utilizan ampliamente, tanto por separado como en relación con otras propiedades del suelo para conectar con su forma de diseño de comportamiento como la compresibilidad, penetrabilidad, compactibilidad, contracción-expansión y la resistencia al corte.

**Límite líquido (LL):** En la medida de lo posible, es el contenido de humedad por debajo del cual la tierra se comporta como un material plástico. Con este grado de humedad, el suelo está en el punto álgido de cambiar su comportamiento por el de un líquido espeso. Aleatoriamente se asigna como el contenido de humedad en el que la puntuación de aislamiento de dos partes de un pegamento



de suelo se cierra a lo largo de su base a una distancia de 13 mm (1/2 pulgada) cuando la copa se deja caer 25 veces desde un nivel de 1 cm a un ritmo de dos caídas por segundo (MTC, 2016, 27 Jun.).

El límite líquido se determina por medio de la copa de Casagrande mencionada en la norma ASTM D-4318.

### **ILUSTRACIÓN 18**

*Copa de Casagrande*



**FUENTE:** *Crespo Villalaz (2004).*

**Límite plástico (LP):** Se caracteriza como el contenido de humedad, comunicado en porcentaje con respecto a la masa secada en horno de la muestra, para el cual los suelos cohesivos pasan de un estado semisólido a uno plástico (Crespo Villalaz, 2004). Por su parte el manual de ensayos de laboratorio del MTC (2016, 27 Jun.) refiere que el punto de rotura plástica (límite líquido) es la humedad más mínima a la que se pueden formar lapiceros de tierra de unos 3,2 mm (1/8") de medida al mover dicha tierra entre el centro de la mano y una superficie lisa (vidrio) sin que dichos lapiceros se desintegren.

## ILUSTRACIÓN 19

### *Prueba del Límite Plástico*



FUENTE: Braja M. Das (1985a)

**Índice de plasticidad:** Según el manual de ensayo de materiales del MTC (2016, 27 Jun.) se define como el alcance del contenido de humedad sobre el que un suelo actúa plásticamente. El índice de plasticidad de un suelo se puede caracterizar como la diferencia entre su punto de rotura de fluido (LL) y su corte plástico (LP).

$$IP = LL - LP$$

Donde:

LL = Límite Líquido.

LP = Límite Plástico.

LL y LP, estas están representadas en números enteros.

**d) Clasificación de suelos:** Según Juárez B. & Rico R. (2005) mencionan que dada la complejidad y la variedad ilimitada con la que se producen los suelos en la naturaleza, cualquier esfuerzo de sistematización lógica debe ir precedido de un esfuerzo de orden completo. Evidentemente, la Mecánica del Suelo fomentó estos marcos de orden de clasificación de suelos en todo momento. Para empezar, dada la escasa información sobre los suelos, a la luz de reglas simplemente

ilustrativas, de este modo se concibieron unos sistemas de clasificación de suelos, de los cuales los de las cualidades granulométricas adquirieron inmediatamente popularidad. En ese sentido el manual de ensayo de materiales del MTC (2016, 27 Jun.), menciona que el la razón de ser de un orden de clasificación de suelos, es calibrar eficazmente las propiedades de un suelo por correlación con otras de tipo similar, cuyas cualidades se conocen. Son innumerables las propiedades y mezclas de los suelos y diversos los intereses de diseño, que las agrupaciones se sitúan en el campo de diseño para el que fueron creadas. Por consiguiente, la mecánica de suelos a lo largo de los años ha creado diversas técnicas para la caracterización de los suelos, cada una de estas estrategias tiene esencialmente su campo de utilización como lo indica la necesidad y el uso que las ha establecido. De esta manera, existen dos de las agrupaciones más generalmente involucradas en el campo del diseño de suelos, como son el sistema de clasificación SUCS y AASHTO.

**Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS):**

Este marco fue propuesto inicialmente por Casagrande en 1942 para su uso en el desarrollo de terminales aéreas. Hoy en día es ampliamente utilizado por los ingenieros especialistas en mecánica de suelos, quienes para su desarrollo siguen los lineamientos de la prueba ASTM D-2487. Se caracterizan en suelos de grano grueso de naturaleza gravosa y arenosa, y, suelos de grano fino (Braja M. Das, 1985a).

**ILUSTRACIÓN 20**  
*Símbolos para Suelos (SUCS).*

<b>SÍMBOLO</b>	<b>G</b>	<b>S</b>	<b>M</b>	<b>C</b>	<b>O</b>	<b>Pt</b>	<b>H</b>	<b>L</b>	<b>W</b>	<b>P</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Grava	Arena	Limo	Arcilla	Limos Orgánicos y arcilla	Turba y suelos altamente orgánicos	Alta plasticidad	Baja plasticidad	Bien graduado	Mal graduado

FUENTE: ASTM D-2487 (2011, Mayo).

**TABLA 5**  
*Clasificación de suelos (SUCS).*

<b>SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS</b> mas del 50 % es retenido en la malla No. 200	<b>GRAVAS</b> Mas del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla No. 4	<b>GRAVAS LIMPIAS</b> Menos del 5% pasa la malla No. 200	$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3$ $Cu < 4$ y/o $1 > Cc > 3$	GW	Grava bien Graduada
		<b>GRAVAS CON FINOS</b> Mas del 12% pasa la malla No. 200	$IP < 4$ o debajo de la línea "A" $IP > 7$ y arriba de la línea "A"	GP	Grava mal graduada
		<b>GRAVAS LIMPIAS Y CON FINOS</b> Entre el 5% y 12% pasa la malla No. 200	Cumple criterios para GW y GM	GM	Grava limosa
			Cumple criterios para GW y GC	GC	Grava arcillosa
	<b>ARENAS</b> el 50% o mas de la fracción gruesa pasa la malla No. 4	<b>ARENAS LIMPIAS</b> Menos del 5% pasa la malla No. 200	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$ $Cu < 6$ y/o $1 > Cc > 3$	SW	Arena bien graduada
		<b>ARENAS CON FINOS</b> Mas del 12% pasa la malla No. 200	$IP < 4$ o debajo de la línea "A"	SM	Arena limosa
			$IP > 7$ y arriba de la línea "A"	SC	Arena arcillosa
		<b>ARENAS LIMPIAS Y CON FINOS</b> Entre el 5 y 12% pasa malla No. 200	Cumple criterios para SW y SM	SW-SM	Arena bien graduada con limo
			Cumple criterios para SW y SC	SW-SC	Arena bien graduada con arcilla
		Cumple criterios para SP y SM	SP-SM	Arena mal graduada con limo	
	Cumple criterios para SP y SC	SP-SC	Arena mal graduada con arcilla		
	<b>SUELOS DE PARTICULAS FINAS</b> El 50% o mas pasa la malla No. 200	Limos y Arcillas Limite Liquido menor que 50	Inorgánicos	$IP > 7$ y arriba de la línea "A" $IP < 4$ o debajo de la línea "A"	CL
Orgánicos			Ubicar IP en la carta de plasticidad y verificar: $LL$ (secado al horno) / $LL$ (sin secado al horno) $< 0,75$	ML	Limo de baja plasticidad
Limos y Arcillas Limite Liquido mayor que 50		Inorgánicos	$IP > 7$ y arriba de la línea "A" $IP < 4$ o debajo de la línea "A"	CH	Arcilla de alta plasticidad
		Orgánicos	Ubicar IP en la carta de plasticidad y verificar: $LL$ (secado al horno) / $LL$ (sin secado al horno) $< 0,75$	MH	Limo de alta plasticidad
<b>SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS</b>		Patrón principal de identificación: color oscuro a negro, olor orgánico, textura fibrosa a amorfa. No aplican ensayos.	PT	Turba	

**CARTA DE PLASTICIDAD**

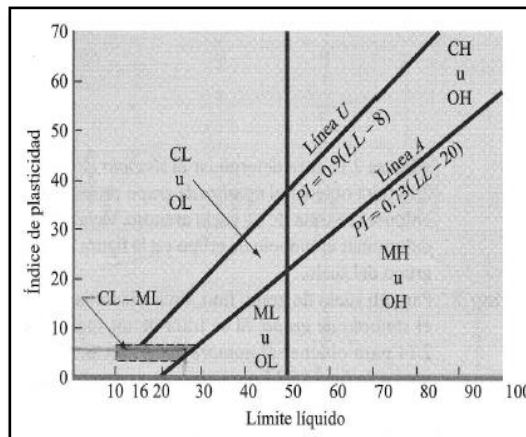
**pc4:** En la Carta de Plasticidad

**Símbolo Dual:** Finos se ubican en la zona de signo doble (CL-ML) en la carta de plasticidad de casagrande.

CL-ML	ARCILLA LIMOSA
GC-GM	GRAVA LIMOSA ARCILLOSA
SC-SM	ARENA LIMOSA ARCILLOSA

FUENTE: Lambe & Whitman (2004).

**ILUSTRACIÓN 21**  
*Carta de Plasticidad para Clasificación de Suelos de Partículas Finas.*



FUENTE: Braja M. Das (1985a).

**Sistema clasificado AASHTO:** Según el manual de laboratorio de materiales del MTC (2016, 27 de Jun.) menciona que el Departamento de Caminos Públicos de USA, presentó uno de los principales marcos de agrupación para evaluar los suelos en la que se diseñaban las carreteras. Más tarde, en 1945, se modificó y, desde entonces, se conoce como sistema AASHTO y, desde hace poco, solamente como AASHTO. Por otro lado, Braja M. Das (1985a) caracteriza el suelo en siete agrupaciones significativas: A-1 a A-7. Los suelos caracterizados en los grupos A-1, A-2 y A-3 son materiales granulares, en los que el 35% o menos de las partículas pasan por el colador (tamiz) N.º 200. Los suelos en los que más del 35% pasa por el colador N.º 200 se caracterizan en los grupos A4, A-5, A-6 y A-7. En ese sentido se puede considerar dos grupos principales de clasificación.

- **SUELOS GRUESOS:** Suelos que pasan un 35% o menos por el tamiz N°200.
- **SUELOS FINOS:** Suelos que pasan por el tamiz N°200 más del 35%.

**TABLA 6**

*Tabla de Clasificación de Suelos, Dado por la AASHTO M-145.*

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos de la muestra que pasa la malla No. 200)							Materiales limo-arcilla (más del 35% de la muestra que pasa la malla No. 200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5* A-7-6†	
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7					
Análisis por cribado (porcentaje que pasa las mallas)												
No. 10	50 máx.											
No. 40	30 máx.	50 máx.	51 mín.									
No. 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	
Características de la fracción que pasa la malla No. 40												
Límite líquido			40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	41 mín.	
Índice de plasticidad	6 máx.		NP	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	
Tipos usuales de materiales componentes significativos	Fragmentos de piedra grava y arena		Arena fina	Grava y arena limosa o arcillosa			Suelos limosos		Suelos arcillosos			
Tasa general de los subrasantes	De excelente a bueno							De mediano a pobre				
*Para A-7-5, $PI \leq LL - 30$												
†Para A-7-6, $PI > LL - 30$												

**FUENTE:** Braja M. Das (1985a).

**Curva Granulométrica:** Se dibuja en un papel semilogarítmico. Con la escala numérica (ordenadas) los índices en peso de las partículas con  $\phi <$  que cada uno de los lados de las abscisas. En escala logarítmica (abscisas) y en milímetros los tamaños de las partículas. Esta escala, en vista de que los tamaños cambian de cm a  $m\mu$ . Las consecuencias de las pruebas de tamizado y sedimentación se grafican en una tabla llamada curva granulométrica (Duque & Escobar, 2002).

**TABLA 7**

*Consideraciones Según Fracción Gruesa.*

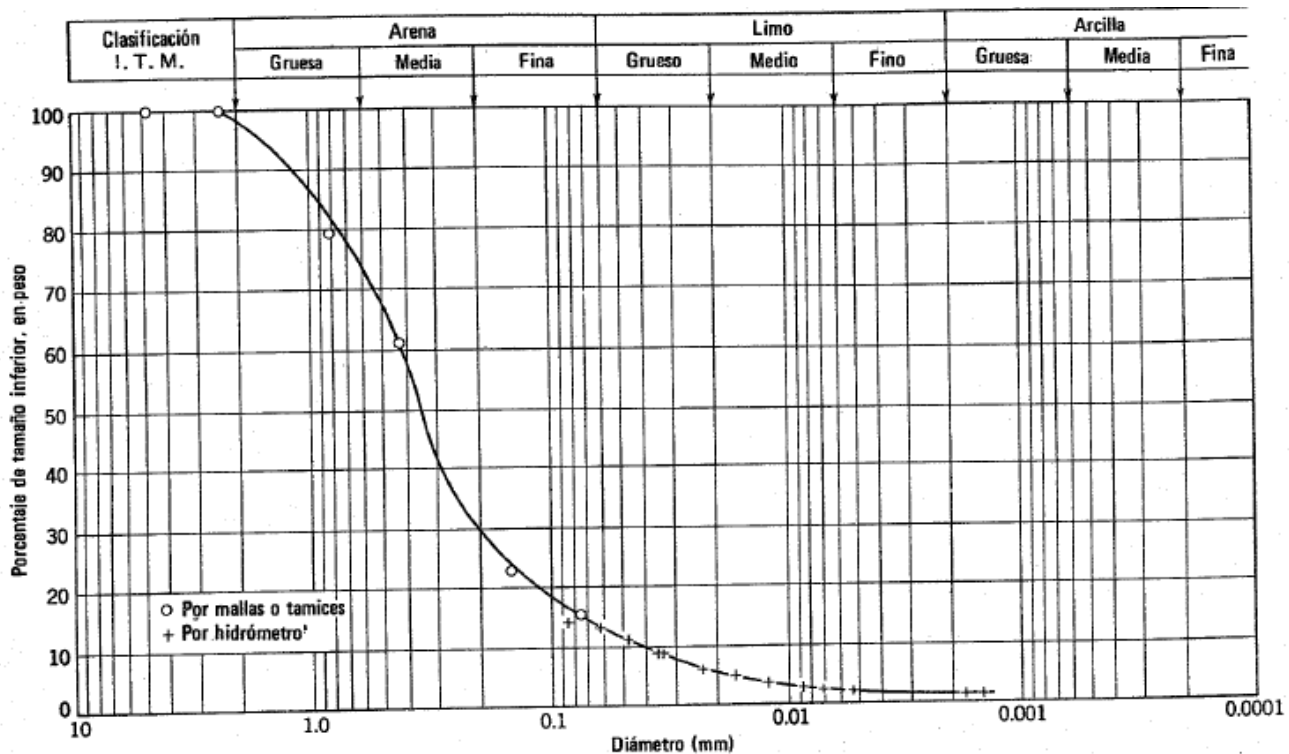
	AASHTO $\phi$ (mm)	SUCS $\phi$ (mm)
Grava	75 – 2	75 – 4,75
Arena	2 – 0,05	4,75 – 0,075
Limo	0,05 – 0,002	< 0,075 FINOS
Arcilla	< 0,002	

**FUENTE:** Duque & Escobar (2002).

Esta representación en vista de su granulometría es importante en los suelos, sin embargo, no es suficiente; debe ser complementada con una prueba, en la medida de lo posible, que describa la versatilidad y la consistencia de los finos como elemento del contenido de humedad (límites de consistencia).

### ILUSTRACIÓN 22

*Curva Granulométrica de una Arena Limosa Bien Graduada.*



FUENTE: *Lambe & Whitman (2004).*

#### 2.2.1.7. Propiedades de la unidad de adobe.

##### 2.2.1.7.1. Propiedades físicas.

Considerada como aquella propiedad que se manifiesta sin modificar su síntesis de la sustancia, basada fundamentalmente en su estructura. Estas propiedades pueden obtenerse tentativamente sin alterar el diseño del material examinado. Por otro lado, Zeas & Benalcázar (2021) refieren

que la información punto por punto sobre las propiedades físicas del adobe considera modelos estructurales en componentes limitados para dar un diagnóstico al sistema constructivo, útiles para el trazado fundacional en una restauración o nuevo desarrollo.

**a) El alabeo:** Realizada a las unidades de obra (ladrillos), esta estimación de alabeo adquirida estará excepcionalmente conectada con el espesor de las juntas de albañilería, las cuales pueden ser disminuidas con el contacto del mortero y la mezcla, lo que provoca la disminución de su rigidez a la flexión de estas unidades (INDECOPI, 2017b, 27 Dic.). Dentro de esta prueba se piensa en bordes convexos, curvos, superficies arqueadas y hundidas.

**TABLA 8**  
*Cálculos en Alabeo de Unidades de Adobe.*

Característica del adobe	Descripción
Bordes convexos	Medida del máximo borde convexo de la unidad de adobe
Bordes cóncavos	Medida del máximo borde cóncavo de la unidad de adobe
Superficies convexas	Medida de la convexidad de la superficie del adobe.
Superficies cóncavas	Medida de la concavidad de la superficie del adobe.
Concavidad	Máximo valor de concavidad, considerando los bordes y las superficies
Convexidad	Máximo valor de la convexidad, considerando los bordes y las superficies

**Fuente:** *Días & Puyen (2019).*

**b) Absorción de agua:** Según Correa & Puican (2021) la absorción de agua es la propiedad de los materiales de retener agua fluida cuando están en contacto con ella. En las unidades de adobe, es una característica física, ya que permite decidir la medida más extrema de agua que puede contener la unidad cuando se sumerge durante 24 horas; la cual, tras el secado, se mide para su cómputo de porcentaje absorción. Estas se determinan en función a la ecuación:



$$\%Abs = \frac{P2 - P1}{P1} \times 100$$

Donde:

P1 = Es el peso de la unidad seco en gr.

P2 = Corresponde al peso de unidad saturada en gr.

**c) Peso específico:** Es la conexión entre el volumen y el peso de una sustancia, donde el peso es la potencia aplicada por el planeta para atraer a los cuerpos.

**d) Contenido de humedad:** Considerada como la cantidad de agua contenida en un determinado material, es decir, es la proporción entre el ejemplar con agua presente y el ejemplar seco.

**e) Composición granulométrica del suelo:** Conjunto de operaciones matemáticas en base a pruebas de centros de investigaciones de suelos, las cuales buscan evaluar la muestra de suelo mediante los tamaños de sus partículas que los componen.

**f) Límite de consistencia del suelo:** También llamado límite de Atterberg, se utiliza para la prueba reconocible y la caracterización de los suelos finos, conociendo los diversos estados, la naturaleza y la extensión del agua que contienen, es factible decidir en la medida de lo posible, el límite líquido, límite plástico, humedad natural e índice de plasticidad. Las características físicas de la unidad de adobe en comparación a los materiales industrializados, fluctúan significativamente entre los componentes de diversos puntos de partida, por la explicación de que la estructura de los suelos que se utilizan para la creación de adobe cambia según la región en la que

se fabrican. De esta manera, la normativa del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento - MVCS (2017b, 5 de abril) prescribe la realización de pruebas de observación del suelo para distinguir que el material a utilizar tiene propiedades razonables para el montaje de bloques de tierra (adobes).

#### **2.2.1.7.2. Propiedades mecánicas.**

Estas propiedades caracterizan la capacidad del material para oponerse a las actividades exteriores o interiores, incluyendo el uso de las fuerzas sobre el material; éstas se retratan a continuación:

**a) Resistencia a la compresión (kgf/cm<sup>2</sup>):** La presión alude a la presión típica que, en general, encogerá el material, igualmente aludida como presión. La prueba consiste en averiguar la resistencia a la compresión de los bloques de adobe probados 28 días después de su elaboración conforme indica la normativa (MVCS, 2017b, 5 de abril). Por otro lado, Minke (2005) menciona que la resistencia a la compresión de unidades de albañilería secos hechos de tierra, por ejemplo, las unidades de adobes típicos y las unidades de adobe compactados, varía en general de 5 a 50 kg/cm<sup>2</sup>. Esto depende no sólo de la suma y el tipo de tierra, sino también de la apropiación del tamaño de grano de las arcillas, la arena y los agregados significativos, así como de la técnica de disposición y compactación. En ese sentido, la normativa del MVCS (2017b, 5 de abril) menciona que la resistencia a la compresión base es de 1MPa=10,2kgf/cm<sup>2</sup>.

**b) Resistencia a la tracción:** Es el límite de los materiales para oponerse a las cargas que se mantienen en pie antes de llegar a la ruptura. Estas cargas se entregan cuando un material se prolonga o extiende (Zeas & Benalcázar, 2021). En consecuencia, la normativa del MCVS (2017b, 5 de abril) menciona una resistencia base del adobe el cual es 0.08MPa.

**c) Resistencia a la flexión:** De acuerdo a Zeas & Benalcázar (2021) es en general, un ensayo que consolida las cargas compresivas y las flexibles, teniendo en cuenta, posteriormente, a la flexión como la potencia aplicada sobre un cuerpo en el que hay una parte que se extiende y la parte contraria que se acorta, de modo que en sus segmentos transversales está expuesto principalmente a las ansiedades ordinarias, elásticas en una sección y compresivas en la otra. Aludiendo a la oposición a la flexión no adulterada del material perpendicular al plano horizontal.

**d) Resistencia al corte:** Es el límite de un material para oponerse a la reubicación entre sus partículas cuando se exponen a fuerzas externas, también llamadas cargas de corte o cizallamiento.

#### **2.2.1.7.3. Propiedades térmicas.**

Esta propiedad trata de caracterizar las cualidades cálidas de los distintos materiales; es decir, el límite de un material para recoger o comunicar calor (Cuitiño et al., 2020). Estas propiedades también influyen en el ambiente cálido de

toda la estructura, ya que las unidades de albañilería de adobe se rellenan como una envoltura completa.

**a) Densidad:** Según Cuitiño et al. (2020) la densidad la conceptualiza como la masa por unidad de volumen del cuerpo. Cuanto mayor sea la densidad, el material tiene mayor conductividad térmica; cuanto menor sea la densidad, mejor será su capacidad aislante. Hay que tener en cuenta que la densidad también influye en las propiedades mecánicas. Por otro lado, Cuitiño et al. (2020) afirma que la densidad del bloque de adobe es algo constante como el de otros materiales de pared; según varios autores oscila entre 1,200 y 1,600kg/m<sup>3</sup>. Además, Minke (2005) menciona que esta propiedad permite que el material almacene calor, ajustando así el ambiente interior, siendo viable para temperaturas variables.

**b) Conductividad térmica:** Considerado una propiedad de los materiales que son aptos para comunicar el calor, permitiendo así la entrada de energía motriz a través de sus partículas a otras sustancias vecinas. En ese sentido Cuitiño et al. (2020) menciona lo siguiente:

- ✚ De acuerdo a distintos autores la conductividad térmica del adobe varía entre 0.45 y 0.81 W/mK.

- ✚ Los bloques de adobe mantienen el calor durante unas 9 horas aproximadamente, es decir, el punto en el que recibe el calor es a primeras horas de la tarde y entregará la energía entre 21 horas de la noche, logrando un confort en el ambiente.

#### **2.2.1.7.4. Propiedades químicas.**

Son propiedades que modifican la estructura interna y subatómico de una sustancia cuando coopera con otras sustancias diferentes, haciendo en consecuencia otra; este ajuste de la materia es irreversible y permanente. En ese sentido Zeas & Benalcázar (2021) mencionan que el bloque de adobe, al ser un material compuesto, ha sufrido cambios en su composición química durante su ciclo de ensamblaje, lo que llevó al material a optimar sus propiedades mecánicas. Por su disposición química, la mezcla de barro resguarda la madera y otros materiales naturales en contacto, por su bajo balance de humedad, que repele los bichos y crecimientos de hongos.

#### **2.2.1.8. Cualidades del adobe.**

Los bloques de tierra (adobes) por ser fabricado con materiales idóneos a la obra, Idrogo et al. (como se citó en Condori y Solano, 2019) notan las cualidades de la siguiente manera:

- a) Económico:** Porque los materiales utilizados en su elaboración no son difíciles de conseguir.
- b) Térmico:** Mantiene en un buen ambiente en la época de invierno y mantiene la temperatura de la casa fresca en temporadas de verano.
- c) Aislante de las placas:** La madera que está envuelta por el adobe se opone mejor a la enfermedad de los parásitos y la polilla, ya que el adobe asimila la pegajosidad de la madera.
- d) Manejabilidad:** El bloque de adobe es maleable y útil, se pueden hacer aperturas y pequeñas modificaciones en los diseños sin ningún problema. Debido a su maleabilidad, al adobe se le pueden dar muchas formas, desde ovaladas hasta rectangulares.

e) **Reciclable:** Sólo con que se haga una destrucción de los bloques de adobe, estas vuelven a su estado original, se puede volver a trabajar con él, simplemente empapando el adobe con agua.

#### 2.2.1.9. **Ventajas y desventajas del adobe.**

El adobe como material de construcción tienen las siguientes ventajas y desventajas:

##### a) **Ventajas.**

- + Baja contaminación ecológica debido a que el adobe es un material reciclable, por ejemplo, las unidades de adobe pueden ser reutilizadas o la tierra puede ser aplastada y reutilizada.
- + Simplicidad de creación y elaboración, debido a que los materiales utilizados para su montaje son efectivamente abiertos al cliente.
- + Las casas de adobe tienen grandes propiedades de calidez que hacen que las construcciones de adobe sean tan confortables, es decir, en un ambiente caluroso la temperatura disminuye dentro de la casa, y lo contrario ocurre en ambientes fríos.
- + Suele explicarse tanto de forma mecánica como de forma artesanal.
- + Las casas de adobe tienen grandes propiedades acústicas, debido a su grosor y al carácter conservador del adobe.
- + Las estructuras de adobe suponen un gasto mínimo, ya que la sustancia natural para su creación está presente de forma fiable en el lugar de la construcción.
- + No se requiere una mano de obra calificada para su fabricación.
- + Coordinación sencilla con el entorno del barrio considerando que usan materiales y estrategias locales.

## **b) Desventajas.**

- ✚ Las estructuras de adobe son indefensas frente a las peculiaridades regulares como los desarrollos sísmicos, las lluvias y las inundaciones.
- ✚ Las estructuras de adobe tienen un nivel restringido, por lo general sólo llegan a dos pisos y rara vez llegan a un tercer nivel.
- ✚ Son indefensas ante el desmoronamiento y requieren mayor mantenimiento.
- ✚ La zona del suelo de los muros ocupa un espacio excesivo.
- ✚ La anchura de sus aberturas (vanos) es restringida.
- ✚ La interacción del desarrollo de las casas de adobe convencionales proviene de la información empírica.
- ✚ Necesita una región amplia para el secado, y esto dependerá del entorno del lugar.

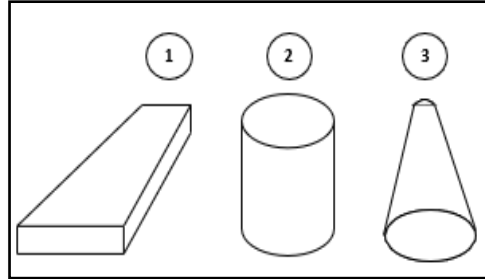
### **2.2.1.10. Dimensiones según varios autores.**

Días & Puyen (2019) refieren que llama la atención de que los componentes de un adobe se han ajustado a diversos prerequisites, fluctuando según el avance del progreso de la construcción; de esta manera, en la actualidad existen formas con aspectos explícitos para trabajar la maleabilidad de las unidades de adobe. Por su parte Ramírez (2011) afirma que para su producción se utilizan moldes de diversas formas, tamaños y materiales; no se garantiza que la forma deba ser rectangular, ya que existen diversas formas dependiendo del lugar de ensamblaje: Donde se referencian formas cónicas, redondas y huecas, trapezoidales, entre otras, como por ejemplo se muestra en la Figura 25. En ese sentido Doat et al. (como se citó en Benítez, 2017) expresan que, cada una de estas formas fue utilizada en antiguos avances de la

civilización como es Grecia, Babilonia, Egipto, entre otros, donde cada una de ellas se fue desarrollando a través de pruebas durante cientos de años.

**ILUSTRACIÓN 23**

*Otras Formas Existentes para el Adobe.*



**FUENTE:** Benítez (2017).

**NOTA:** 1) Trapezoidales. 2) Cilíndricos. 3)Cónicos

Debido a la variedad de dimensiones en la unidad de adobe, Benítez (2017) presenta la tabla adjunta:

**TABLA 9**

*Dimensiones del Adobe Según Diferentes Fuentes de Información.*

Autor	Dimensiones del adobe
Norma E. 080	Adobes rectangulares. El largo aproximadamente el doble del ancho. La relación entre el largo y la altura debe ser del orden de 4 a 1 (en lo posible la altura debe ser mayor a 8 cm).
Vélez (2010)	Rectangulares, 25 x 35 x 10 cm La longitud no debe ser mayor que el doble de su ancho más el espesor de una junta de pega; sugiere que tanto la longitud como el ancho tengan una dimensión máxima de 40 cm, una altura máxima de 10cm en lo posible y que la relación entre la longitud y la altura sea aproximadamente de 4 a 1 para permitir un traslape horizontal en proporción 2 a 1, lo cual brinda seguridad ante el efecto de corte producido por los sismos. Por facilidades constructivas y de comportamiento mecánico se recomienda la forma cuadrada del adobe y las dimensiones más adecuadas para su fabricación son 38 x 38 x 8 cm.
Morales et al. (1993)	Adobes rectangulares. El largo aproximadamente el doble del ancho. La relación entre el largo y la altura debe ser del orden de 4 a 1 (en lo posible la altura debe ser mayor a 8 cm).

**FUENTE:** Benítez (2017).

La normativa del MVCS (2017b, 5 de abril) afirman que se sugieren formas cuadradas y rectangulares, buscando mantener la proporción nivel - longitud de manera suficiente, de esta manera se asegura su cubrimiento tanto en cabeceras verticales como planas, teniendo en cuenta además su fácil proceso constructivo y buen



comportamiento mecánico. En ese sentido la normativa hace referencia a la utilización de bloques de adobe rectangulares, con una longitud aproximadamente dos veces su ancho, y un nivel comparable a su longitud de 1:4, siendo importante un nivel más prominente que 8cm.

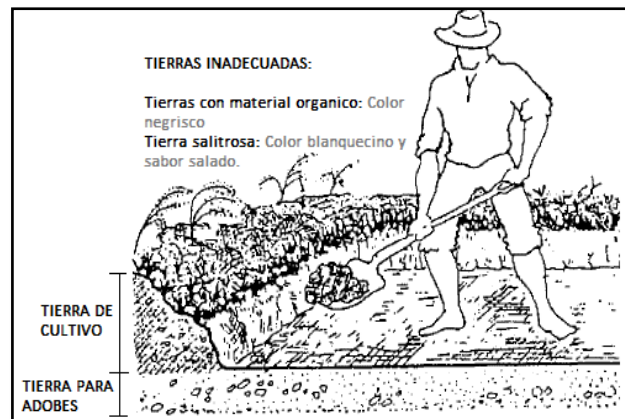
#### **2.2.1.11. Proceso de elaboración del adobe convencional.**

Para esta metodología, se prescribe la utilización de las contemplaciones propuestas por la normativa del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (E-0.80) y los diversos manuales especializados en la producción de bloques de tierra (adobe), las cuales se pasan a detallar:

**a) Selección del suelo:** El suelo utilizado para la creación de adobe, en su mayor parte se encuentra en la obra. Para decidir si esta tierra contiene el grado adecuado de arcilla para la producción de adobe, hay un conjunto de pruebas de campo, que se detallaron en el segmento de ensayos de campo (3.2.1.6.1.); de las cuales, la prueba de la cinta de barro y la prueba de resistencia en seco son pruebas sugeridas por la normativa del MVCS (E-080). Estas pruebas permiten tener una seguridad en relación al suelo recogido y tener la opción de comenzar con el proceso de elaboración del adobe. Cabe destacar que es crítico evitar la presencia de materia orgánica en el suelo escogido, ya que ésta amplía significativamente la contracción de los adobes y disminuye su resistencia al crear vacíos por su ciclo de deterioro; por regla general, se utiliza frecuentemente tierra de cultivo, con la apuesta de presentar materia orgánica, esto conlleva a eliminar la capa superficial que contiene materia orgánica y se utilizan las capas más profundas (Flores & Limpe, 2018).

## ILUSTRACIÓN 24

*Tierra para Fabricar Adobes.*



**FUENTE:** *Elaboración Propia.*

Condori & Solano (2019) mencionan que el suelo elegido no debe tener una sustancia salina alta, ya que al responder ésta con el agua, produciría vacíos y porosidad, haciendo que los adobes tarden más en secarse. Por otra parte, sugieren un 0.2% de material orgánico como máximo. No obstante, mencionan que diferentes autores, como por ejemplo Olarte considera que puede ser aceptable hasta el 2% de tierra orgánica. Por este motivo mencionan a Hartkopf quien sugiere que la profundidad de extracción de la materia prima para la elaboración de adobes se mantenga entre 60 cm y 90 cm. No obstante, el suelo orgánico, se debe pensar también en el tamaño de las partículas de la tierra, ya que la proporción en peso de la arena y el contenido de arcilla deben mantener una relación entre sí. Teniendo en consideración el estudio "EI COMPORTAMIENTO DEL ADOBE DE AYACUCHO" realizado por los arquitectos Manuel Morales y Florencio Bautista, presentado y expuesto en el X Congreso Nacional de Ingeniería Civil, muestran resultados obtenidos de su experiencia, indicando las cualidades que debe tener el "mejor suelo" para el moldeo de adobes

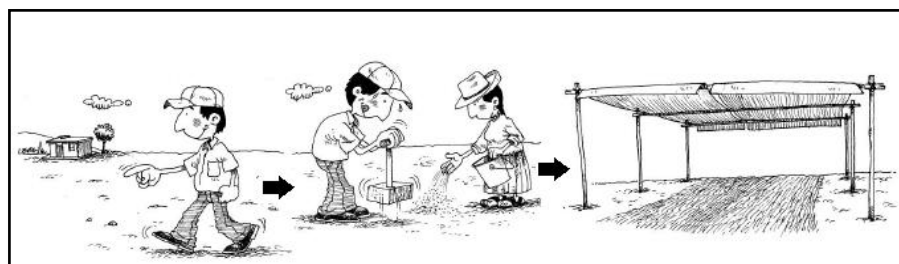
(Condori & Solano, 2019). Considerando de este modo las proporciones del mejor suelo de la siguiente manera:

- ✚ Arena entre las proporciones de 55 - 75%.
- ✚ Limo y arcilla entre las proporciones de 25 - 45%.
- ✚ Arcilla entre las proporciones de 15 - 75%.
- ✚ Suelo orgánico con una proporción máxima de 0.3%.
- ✚ Proporciones de limite liquido entre 20 - 40%.
- ✚ Proporciones de limite plástico menor a 20%.

**b) Construcción del tendal:** El tendal debe ser un lugar uniforme y libre de contaminaciones (no debe ser de hierba o piedras), debe estar oculto y protegido de la brisa, donde los adobes puedan asentarse sin experimentar ninguna variación. En sierra se pone generalmente una capa de paja sobre el tendal y en la costa se utiliza una capa de arena, lo que evita la adherencia de componentes desconocidos, o la adherencia entre el adobe y el tendal, que podría crear roturas y huecos (Flores & Limpe, 2018).

#### ILUSTRACIÓN 25

*Construcción del Tendal.*



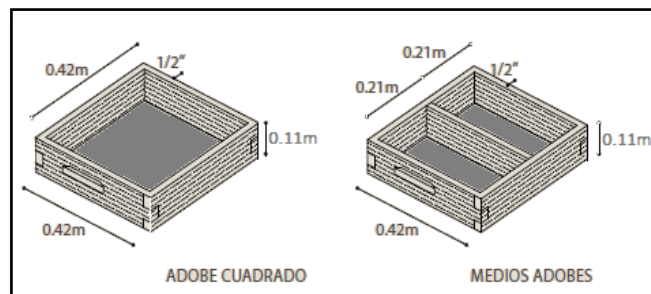
**FUENTE:** *Blondet et al. (2010).*

**c) Fabricación de las gaveras:** Las gaveras son moldes de madera que se utilizan para la producción de adobes, estos pueden ser moldes sin base y vaciando la combinación directamente en la forma, o también pueden ser moldes con base, lo que permite crear bloques de adobes más uniformes, más seguros y de mejor apariencia, la parte inferior de

la forma debe ser hecha con una terminación dura y con surcos de aproximadamente 2 mm en los cierres (Morales, et al., 1993). Para la fabricación de las adoberas, se debe tener en cuenta la contracción del adobe después del secado, los cuales se resuelven con adobes de prueba, de manera que el adobe seco se ajuste a los aspectos previstos en el plano.

**ILUSTRACIÓN 26**

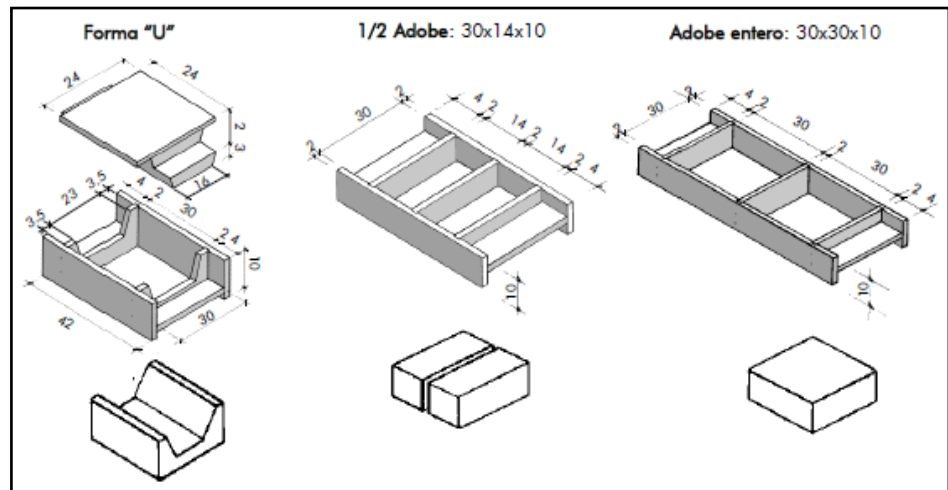
*Molde o Gavera para Adobes.*



**FUENTE:** *BMZ (2011).*

**ILUSTRACIÓN 27**

*Otras Dimensiones y Formas de Gaveras.*



**FUENTE:** *Carazas (2002).*

**d) Preparación del barro:** Cuando se ha distinguido la tierra a utilizar para la producción de bloques de adobe, y antes de proceder con la mezcla del barro, se debe zarandear la tierra para la mezcla, eliminando pequeñas piedras, restos de plantas o cualquier basura.

## ILUSTRACIÓN 28

*Zarandeado de la Tierra Seleccionada.*

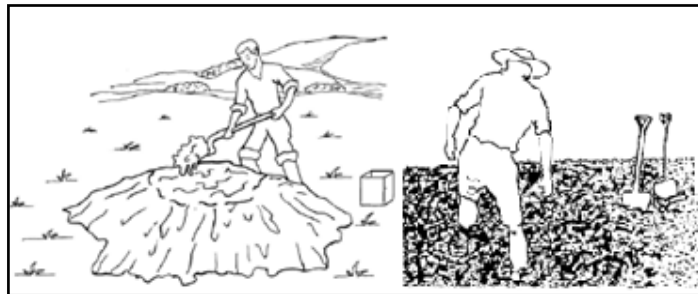


**FUENTE:** *Blondet et al. (2010).*

Seguidamente se procede con el mezclado de la tierra creando rumas en el suelo para luego añadir la medida esencial de agua hasta que el barro se forme, entonces, en ese momento, someter a la combinación a un ciclo de hidratación durante 48 horas, con el objetivo de permitir la mejor mezcla y circulación de agua en las pequeñas partículas de arcilla para que puedan promulgar sus propiedades duraderas. De acuerdo con la normativa del MVCS (2017b, 5 de abril) la cantidad de agua prevista para conformar las unidades de adobe, no debe superar el 20% respecto a la pesadez de la sustancia seca.

## ILUSTRACIÓN 29

*Mezclado del Barro.*



**FUENTE:** *Elaboración Propia.*

Después de las 48 horas, añadir materiales inactivos hechos de filamentos de paja de caña, trigo, grano, ichu o hierba seca; y

mezclarlos con el barro adecuadamente. La paja debe estar en tiras con aspectos de 5 cm según lo dispuesto en la normativa del MVCS (2017b, 5 de abril), y de este modo estabilizar a los bloques adobes evitando que se formen fisuras en el proceso de secado de cada unidad.

### ILUSTRACIÓN 30

*Mezclado del Barro con Paja.*

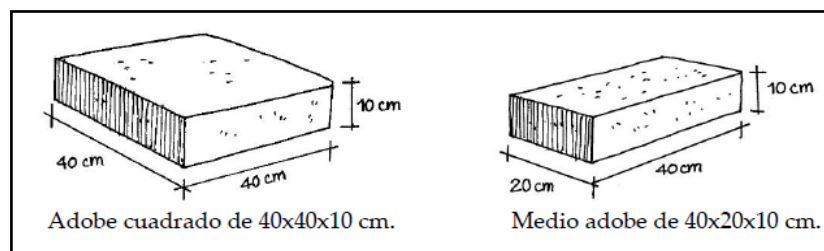


**FUENTE:** *Elaboración Propia.*

- e) **Moldeo:** Antes de continuar con el proceso de moldeo de los bloques de adobe, se prescribe comprobar el correcto contenido de humedad de la mezcla mediante la prueba de contenido de humedad retratada anteriormente en el segmento de ensayos de campo (3.2.1.6.1.).

### ILUSTRACIÓN 31

*Dimensiones de Adobes Comunes.*



**FUENTE:** *Blondet et al. (2010).*

Después de esta confirmación, se continua con el moldeo de la mezcla en las adoberas prefabricadas siguiendo el procedimiento adjunto:

- ✚ Antes de vaciar el barro en la adobera, se debe saturar la adobera y poner arena fina para que no se impregne la mezcla de barro, luego

se estructura una bola con el barro y se lanza con fuerza hasta llenar el molde, este debe ser lo suficientemente enorme para llenar todo el límite de la forma, en vista de que no se deben hacer rellenos posteriores.

### ILUSTRACIÓN 32

*Primer Paso Antes del Moldeo de la Unidad de Adobe.*



**FUENTE:** *Elaboración Propia.*

- ✚ Compactar con las manos y los pies la mezcla de barro en el centro y en las esquinas de la gavera, luego igualarlas con una regla de madera humedecida y retirar la gavera con precaución (delicada sacudida vertical), para no deformar el bloque de adobe recién hecho.

### ILUSTRACIÓN 33

*Moldeo del Adobe.*

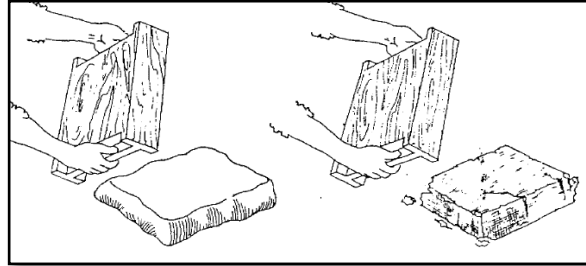


**FUENTE:** *Elaboración Propia*

- ✚ Al retirar la forma, observe realmente las caras laterales. Si el adobe se deforma o se curva, es porque el barro tiene demasiada agua, y si el adobe se rompe, es porque el barro está demasiado seco.

#### ILUSTRACIÓN 34

*Verificación de los Primeros Adobes Moldeados.*



**FUENTE:** *Morales et al. (1993).*

Rodríguez (2019) menciona que en la actualidad existen prensas manuales para la fabricación de adobes de tierra que pueden hacer 3 bloques simultáneamente. Los adobes fabricados en prensas tienen estimaciones estables y superficies lisas, sin embargo, estas tienen menor resistencia a la compresión y a la flexión, lo que hace fundamental la fusión obligatoria de cemento en rangos de 4% y 8%, ampliando el costo en el montaje.

- f) Secado y apilado:** Según el manual de construcción de edificaciones de adobe del MVCS (2010c) menciona que esta metodología depende en gran medida del entorno de la región donde se fabrican los adobes. Para un adecuado secado de los adobes, se prescribe dejar pasar de 3 a 5 días y posteriormente colocar cada unidad de adobe de canto, para que el sistema de secado sea más rápido y uniforme. Después de 7 a 10 días, cada uno de los adobes se apila y se pasa a secar durante no menos de un mes antes de ser utilizado. Por consiguiente, la normativa del MVCS (2017b, 5 de abril) afirma que el secado debe ser lento y al terminar su proceso el bloque de adobe debe estar libre de



materiales desconocidos, fisuras u otras deformaciones que puedan degradar su durabilidad y resistencia.

### ILUSTRACIÓN 35

*Proceso de Secado del Adobe.*



**FUENTE:** *Elaboración Propia.*

### ILUSTRACIÓN 36

*Secado del Adobe.*

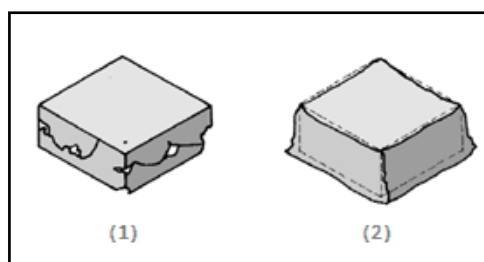


**FUENTE:** *Elaboración Propia.*

- g) Control de forma:** Proceso realizado al mismo momento de desmoldar el adobe recién hecho, el cual no debe presentar: 1) Vacíos en sus esquinas, para evitar esto, vuelva a realizar la técnica de moldeo, pero esta vez dando un empaque superior hacia los lados de la forma (gavera). 2) La base no debe aumentar más del 5%, suponiendo que esta particularidad ocurra, implica que el barro tiene una cantidad excesiva de agua (Carazas, 2002).

### ILUSTRACIÓN 37

*Control de Forma.*

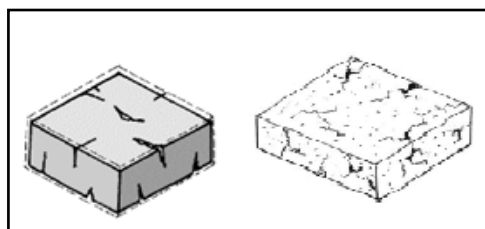


**FUENTE:** *Elaboración Propia.*

- h) Control de retracción:** Para evitar la retracción, se deben hacer bloques de adobe de prueba, con los que, tras el día uno de secado, suponiendo que muestren fisuras a nivel superficial, se debe confirmar la dosificación de la tierra y paja. En el caso de que las fisuras continúan después de la rectificación, integrar arena gruesa o hebras naturales al barro para evitar que se fisuren cuando el adobe se seque.

### ILUSTRACIÓN 38

*Control de Retracción.*



**FUENTE:** *Carazas (2002).*

- i) Control de resistencia:** Para el control de la resistencia, se seguirá el método previamente detallado en el segmento de pruebas de campo (3.2.1.6.1). El manual de edificaciones de adobe del MVCS (2010c) menciona que "Esta prueba debe realizarse básicamente cada 50 adobes que se fabrique". (pág. 17).

#### **2.2.1.12. Tipos de estabilizadores.**

Según Guzmán & Iñiguez (2015; 2016) mencionan que existe una gran variedad de estabilizadores de suelos, en ese sentido consideran tres grupos fundamentales, como es el mecánico, el físico y el químico.

Cada uno de estos actúa libremente sobre el material, buscando la mejor manera de mejorar las cualidades específicas de la tierra, adicionando compuestos con propiedades constantes, para actualizar la forma de comportarse del material. También hacen referencia a Minke (2001) quien menciona que “hay estabilizadores de suelos que aumentan la resistencia a la compresión y a la tracción, como por ejemplo la celulosa, pero a su vez disminuyen la cohesión”. Por lo que se considera de importancia conocer las cualidades técnicas que se deben potenciar y, posteriormente, aplicar un tipo de ajuste que busque una armonía entre cada una de las condicionantes y que, por su importancia, hagan que la forma de comportamiento del bloque funcione mejor en comparación con un bloque de tierra que no contenga estabilizador.

En ese sentido Chino (2018) afirma que los estabilizadores en su mayoría, trabajan sobre algún atributo mecánico del adobe, por ejemplo, la protección contra la desintegración por agua, la resistencia a la compresión o la disminución de la retracción durante el secado. La decisión de uso de cada uno de ellos dependerá de las cualidades subyacentes del material y de las circunstancias que deban ser mejoradas, para convertirlo en un suelo que tenga circunstancias mecánicas estables. Por su parte Benítez (2017) especifica que, para elegir el estabilizador adecuado para la producción de adobe, hay que pensar en las principales propiedades que debe dar el material. En ese sentido hace referencia a las principales propiedades del bloque a mejorar:

- ✚ **Resistencia:** El aumento de la resistencia del bloque de tierra aumenta la seguridad y el límite de carga.
- ✚ **Estabilidad del volumen:** Proporciona un control del proceso de ampliación del volumen provocado por los cambios de humedad.

✚ **Durabilidad:** El aumento de la resistencia, la ampliación de la obstrucción de la desintegración (erosión), responde con mayor éxito a los cambios climáticos.

✚ **Permeabilidad:** Reducción de la penetrabilidad y, en este sentido, el flujo de agua desarrolla aún más la solidez.

**TABLA 10**

*Tipos de Estabilización y Métodos para Mejorar la Resistencia a Compresión del Suelo.*

TIPOS DE ESTABILIZACIÓN	MÉTODOS
FÍSICA	Reducción de retracción Incremento de cohesión Incremento de resistencia a compresión
QUÍMICA	Adición de aditivos minerales Adición de productos sintéticos Adición de productos puzolanicos Adición de polimeros Adición de geo polimeros Adición de fibras vegetales
MECÁNICA	Prensado Vibración

**FUENTE:** Guzmán & Iñiguez (2015).

#### **2.2.1.12.1. Estabilización física.**

Calderón (2013) afirma que para incrementar sus cualidades técnicas del bloque de tierra (adobe), es fundamental intervenir en su dispersión granulométrica, mediante la adhesión de estabilizadores físicos, los cuales ayudaran a mejorar estas cualidades. En ese sentido Amorós; Vargas et al.; Yetgin et al. y Guerrero (como se citaron en Benítez, 2017) observan que, las fibras artificiales y naturales, conforman una estructura interna que desarrolla aún más la conducción de la presión del armazón de tierra, ampliando la resistencia a la flexión y al corte, trabajando en la resistencia a la compresión y disminuyendo la fisuración debida a la contracción por secado provocada por los cambios de humedad y temperatura, siguiendo una disposición

de fisuras en miniatura. La cantidad de paja a adirir debe ser la que razonablemente se pueda manejar y tenga en cuenta la mezcla legítima del mortero. Benitez (2017) también menciona que las fibras añadidas como estabilizadores de la mezcla de tierra, además de prevenir la presencia de fisuras en los bloques de tierra(adobes), siguen funcionando en las estructuras a largo plazo, ya que además funcionan como "juntas" que hacen que los diseños sean más adaptables a pesar de las posibles fallas obtenidas por sobrecargas o desarrollos sísmicos. Asimismo, estas fibras modifican la superficie de los bloques de tierra, haciéndolas más ásperos, ampliando así fundamentalmente la unión entre ellas, también con los demás elementos estructurales y los revestimientos.

De las diversas pruebas realizadas por varios estudiosos, como por ejemplo Babu & Vasudevan; Bouhicha et al.; y, Galán et al. (como se citaron en Benítez, 2017) coinciden en referir que, la incorporación de las fibras a la combinación de la tierra, disminuye la contracción del adobe, desarrolla aún más la resistencia a la cortante (aumenta la unión entre las partículas del suelo), aumenta la resistencia a la compresión y las fuerzas de cizallamiento, hace que el desengaño sea más flexible, y se consigue una resistencia a la flexión superior, ya que la comunicación de las fibras entre sí y la flexibilidad de las fibras hace que actúen como un enmallado estructural que mantiene la tierra intacta.

En ese sentido, Benítez (2017); Condori y Solano (2019); Guzmán e Iñiguez (2015); Minke (2005) y Zeas y

Benalcázar (2021) advierten que se refiere a la utilización habitual de fibras como un componente que se suma para equilibrar físicamente al bloque de tierra(adobe), el cual tiene estas consideraciones:

- ✚ Disminuir la retracción, ya que el contenido general de arcilla disminuye y el agua es consumida adicionalmente por los poros de los filamentos.
- ✚ Disminuyen la presencia de fisuras, ya que la fibra aumenta la unión de la combinación haciendo una especie de enmallado a la que se adhieren las partículas de tierra, controlando el deslizamiento y la retracción durante el proceso del secado.
- ✚ Son estabilizadores que dan solidez al bloque de adobe de baja densidad.
- ✚ Mejoran las unidades de adobe, dándoles una resistencia a la compresión mayor y una resistencia a la flexión más destacada.
- ✚ Desarrollan aún más la unión entre las partículas del suelo que conforman los bloques de adobe.
- ✚ Evitan que sus medidas diseñadas y moldeadas de cada bloque de adobe no cambien tras el secado.
- ✚ Evitan la desintegración del suelo.
- ✚ Evitan que los insectos dañen las piezas de adobe.
- ✚ Tienen una protección más destacada frente a la humedad.

#### **2.2.1.12.2. Estabilización química.**

Benítez (2017) afirma que estos estabilizadores son elementos de tipo inorgánico u orgánico que al ser adheridos al suelo alteran la organización granular, dando mayor adherencia y disminuyendo la plasticidad excesiva del material. Por otro lado, Montes J. L. (como se citó en Guzmán & Iñiguez, 2016) afirman que con el agarre de los estabilizadores químicos se espera trabajar sobre las cualidades especializadas del suelo, utilizando componentes llamados estabilizadores o aglomerantes, los mismos que están equipados para cambiar las propiedades del suelo, ajustando en consecuencia mezclas estables que mejoren su forma de comportamiento.

Con la amplia existencia de diferentes tipologías de suelo, Guzmán & Iñiguez (2015;2016) mencionan que esto ha provocado el requerimiento de estabilizadores químicos razonables para cada uno de ellos, en tal sentido considera una lista de estabilizadores químicos, como por ejemplo los productos asfálticos, cal, cloruro de sodio, cloruro de calcio, escoria de fundición, utilización de polímeros, elástico de neumático, cemento, aceites naturales, savias naturales, plástico, silicatos, orines, resinas acrílicas y epóxicas, yema de huevo, artículos puzolánicos, yesos y fibras vegetales.

**TABLA 11**

*Modelo de Ficha para Evaluación de Estabilizantes Químicos.*

ESTABILIZANTE	IMPACTO AMBIENTAL	DISPONIBILIDAD	MEJORA TÉCNICA	PRECIO	TOTAL	TOTAL PONDERADO	RATIO CALIDAD
Cáscara de arroz	5	4	3	5	17	16,4	82%
Cloruro de sodio	4	5	3	4	16	15,4	77%
Cal	2	4	5	4	15	15	75%
Escorias de fundición	4	1	3	5	13	12,8	64%
Cabuya	4	4	3	5	16	15,2	76%
Cemento	1	5	5	3	14	14	70%
Almidón de yuca	4	4	3	2	13	13,4	67%
Silicato de sodio	3	4	4	1	12	13	65%
Yeso	1	5	3	3	12	11,2	56%
Puzolana	3	2	2	5	12	11	55%
Aceite de linaza	5	1	4	1	11	13	65%
Resinas acrílicas	1	4	4	1	10	10,6	53%
Resina epóxica	1	4	3	1	9	12	60%
Bitumen	1	3	3	1	8	8,4	42%
<b>PONDERACIÓN</b>	<b>30%</b>	<b>20%</b>	<b>35%</b>	<b>15%</b>			

CRITERIO DE CALIFICACIÓN	PUNTAJE	DESCRIPCIÓN	ESTABILIZACIÓN
% > 80	1	EXCELENTE	Puntuación 5
60 < % < 80	2	MUY BUENO	Puntuación 4
30 < % < 60	3	REGULAR	Puntuación 3
15 < % < 30	4	MALO	Puntuación 1
% < 15	5		

**FUENTE:** Guzmán & Iñiguez (2016).

**NOTA:** Según la Tabla 12, Guzmán & Iñiguez (2016) consideran una amplia gama de elementos orgánicos e inorgánicos que incluyen límites, por ejemplo, el efecto ecológico, la economía, la accesibilidad y el costo, valiosos para la decisión del estabilizador a utilizar. En el cual la cabuya o el maguey obtienen una capacidad decente para ser utilizados como estabilizadores de suelos.

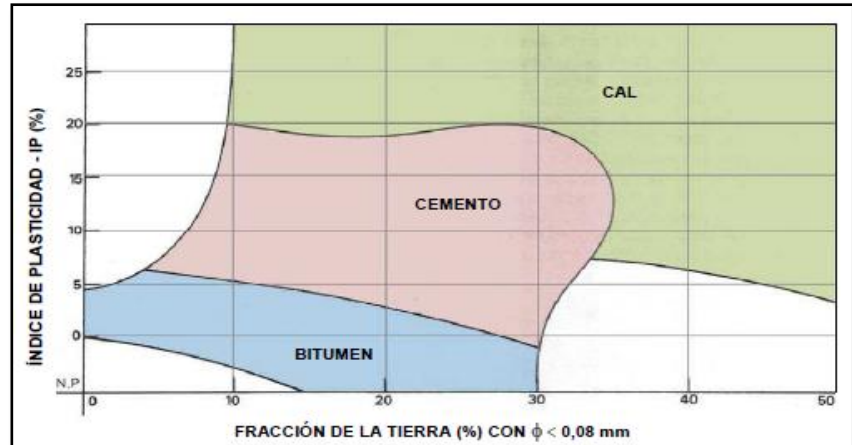
Por otro lado, Martins Neves et al. (2009) en su investigación " Selección de suelos y métodos de control en la construcción con tierra" notan que una de las reglas generalmente utilizadas es la proporción de plasticidad del suelo con respecto al tipo de aglomerante, y otra base es la proporción



de la plasticidad y la granulometría con respecto al tipo de aglomerante (Figura 1).

### FIGURA 1

*Selección del Estabilizante Químico Según el Índice de Plasticidad y Granulometría de la Tierra.*



**FUENTE:** Martins Neves et al. (2009).

En consideración Guerrero Baca et. al (como se cito en Zeas & Benalcázar, 2021) advierten que de estos materiales, la cal, siempre que tenga una interacción de apagado y un control de calidad satisfactorios, se sabe que es un material que goza de ventaja biológica sobre el cemento, ya que exige menos inversión y temperatura de calcinación para su producción, ya que tiene características sanitarias y por el hecho de que no impide la progresión normal de los flujos de aire y vapor agua que esperan los diseños de tierra. En cuanto al coste, es mucho menor que el del cemento.

Además, teniendo en cuenta que el agua es un elemento vital aparte de los estabilizadores químicos para fomentar un mejor desempeño de la mezcla de tierra, en ese sentido Carcedo Fernández (como se citó en Guzmán & Iñiguez, 2016) especifican que el agua es el especialista que permite

crear las reacciones químicas de los estabilizadores y es el componente que hace que la tierra adquiera versatilidad, fundamentalmente a través de su asimilación por la arcilla. En consecuencia, el agua es el componente que acciona las propiedades de los elementos que forman parte de la mezcla de tierra y de este modo producir los bloques de tierra.

#### **2.2.1.12.3. Estabilización mecánica.**

De acuerdo a Benítez (2017) esta estabilización trata de aumentar en la fijación de las partículas de barro mediante la compactación. En el caso del bloque de tierra, esta mejora se adquiere con la utilización de prensas, ya sean manuales o mecánicas, que, al compactar el bloque, logran un avance en la ejecución, principalmente a compresión. La compactación al bloque de tierra incrementa su densidad, ampliando su resistencia mecánica, debido a la disminución de la porosidad y de la macroporosidad (porosidad de circulación de aire) de la tierra, haciéndola más densa en correspondencia con el adobe convencional. Por otro lado, Guzmán & Iñiguez (2015) mencionan que, aunque el equilibrio preciso del adobe provoca un aumento de la resistencia a la compresión del bloque de tierra (adobe), esto también dependerá del tipo de mezcla y de la cantidad de agua utilizada en el sistema de mezclado de la tierra. Sea como fuere, la compactación de un bloque de tierra es de extraordinaria consideración, ya que, en el caso de que se aplique una compactación uniforme y mecánica, pasa de ser un "adobe convencional" a un Bloque de Tierra Comprimida "BTC". No obstante, una mayor

compactación, en casos puntuales, no es extremadamente viable, ya que se han introducido bloques de adobe convencionales con mayor resistencia que el BTC.

En este sentido Guzmán & Iñiguez (2015) señalan a varios estudiosos como, por ejemplo, Carcedo (2012) quien refiere que la compactación del bloque incrementa la resistencia a la compresión; o como también a la FEB (Laboratorio de Investigación para la Construcción Experimental) el cual menciona que los adobes típicos considerados presentan una mejora del 19% en la resistencia contrastada con bloques de tierra hechas con prensas mecánicas que aplican presiones de 20kg/cm<sup>2</sup>. Del mismo modo Minke (2001), especifica que la convicción de numerosos científicos y especialistas en el tema, afirman que el incremento de la resistencia a la compresión se debe a la compresión de los bloques, no obstante, esto es obvio solo en algunos casos.

#### 2.2.1.13. Ensayos para la unidad de adobe.

Los ensayos a considerar son los siguientes:

**a) Ensayos de compresión:** Es aquella prueba donde el material es sometido a una carga externa (P) sobre una superficie (A) determinada del material a ensayar.

Para tal ensayo se considera la siguiente fórmula:

$$f'_b = \frac{P \text{ (kg)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}}$$

Donde:

f'<sub>b</sub>= Resistencia a la compresión.

P= Carga de rotura.

A = Área bruta.

De acuerdo a la normativa del MVCS (2017b, 5 de abril) esta prueba permite evaluar la oposición expuesta a la compresión de la unidad de adobe. Esta prueba se estima por la resistencia a la compresión en seis ensayos de bloques de adobe, que serán con dimensiones de 10cm de arista, y se sacara el promedio de los cuatro mejores ensayos, siendo estas mayores o equivalentes a la resistencia ultima.

$$f_0 = 1.0MPa = 10.2kgf$$

Se aplicará una fuerza de compresión a cada cubo de adobe hasta que este alcance el fallo, registrando el valor obtenido de cada ensayo.

### ILUSTRACIÓN 39

*Prueba de Compresión de la Unidad de Adobe.*



**FUENTE:** *Elaboración propia.*

El valor de la resistencia a la compresión será adquirido en función a su área transversal, caracterizándose una resistencia ultima ( $f_0$ ) como el valor que supera el 80% de los bloques ensayados. Considerándose a la resistencia a la compresión del bloque como un índice de calidad de la unidad y no de la albañilería, esto de acuerdo a la NTP 399.613 (INDECOPI, 2017b, 27 Dic.).

**b) Ensayos de tracción:** López & Torbisco (2020) mencionan que una prueba de tensión, es el impulso de tracción aplicada a un material con la que se estima la reacción del material a la presión sometida, de esta manera se decide cuánto puede ensancharse el ejemplar y que fuerza aplicada soportar. Estas pruebas se realizan utilizando instrumentos de prueba electromecánicos, son fáciles de realizar y están totalmente normalizadas.

Según la norma ASTM C-67 (Métodos de ensayo estándar para el muestreo y la prueba de ladrillo y ladrillo de arcilla estructural), especifica que la prueba se ejecutará en la máquina de presión, apoyando la unidad de adobe en la luz. La posibilidad del ensayo es que se cree una presión de tracción por flexión hasta que la unidad de adobe llegue a agrietarse. En ese sentido la normativa del MVCS (2017b, 5 de abril), presenta lineamientos mínimos a considerar para esta prueba y así proceder a evaluar la rigidez de la unidad de adobe.

- ✚ Debe estimarse mediante un ensayo de tracción por flexión en bloques caleidoscópicos de 6" x 12" o 15,24 cm x 30,48 cm de diámetro y longitud.

- ✚ Para el resultado final se considerará el promedio de los cuatro mejores ejemplos (de seis ejemplos) y estas deben ser equivalentes o más notables que la resistencia última el cual es 0.81 kgf/cm<sup>2</sup>.

#### ILUSTRACIÓN 40

*Prueba de flexo compresión de la unidad de adobe*



**FUENTE:** *Elaboración propia.*

- c) Ensayos de absorción:** De acuerdo a la normativa del INDECOPI (2017b, 27 dic.) en el cual especifica que el objetivo de este ensayo es conocer el límite de retención de los ejemplares a ensayar cuando llegan a una condición de inmersión, obteniendo en consecuencia un registro que refleje el límite de asimilación de agua de las unidades después de las 24 horas de inmersión en agua. Por otro lado, la normativa del MVCS (2006c, marzo) menciona que la retención de las unidades de arcilla y sílico calcárea no será superior al 22%.

#### ILUSTRACIÓN 41

*Prueba de absorción de la unidad de adobe.*



**FUENTE:** *Elaboración propia.*

#### **2.2.1.14. El adobe como material sostenible y sus cualidades ecológicas.**

La sustancia natural para la elaboración de piezas de construcción de adobe es una de las más abundantes en muchas regiones del planeta, teniendo en cuenta que es concebible encontrar suelos apropiados para el desarrollo en prácticamente cualquier ámbito y dentro de circunstancias sensiblemente disponibles para su extracción.

Estos tipos de suelos no son difíciles de explorar físicamente, por lo que en su mayoría no se necesitan grandes equipos, evitando así la utilización de energía y la contaminación creada por el encendido de los motores que la mueven. En general, se ha demostrado que este tipo de artesanías no necesita de innovaciones refinadas, ni de consumo de energía, ni produce residuos a la sociedad o al medio ambiente; asimismo, debido a su grosor y a la porosidad de las partes primarias de la tierra, tienen un comportamiento cálido que aplaza el intercambio de calor, por lo que los espacios son frescos durante los abrasadores días de verano y cálidos al atardecer del invierno. En consecuencia, esta innovación constructiva se considera inofensiva para el ecosistema, lo que la convierte en una de las opciones más factibles para una estructura razonable (Guerrero, 2014). Por otro lado, Aguirre et al. (2016) en su investigación " Arquitectura tradicional de cuenca, recuperación y alternativa sustentable en la contemporaneidad " notan cómo la ingeniería de tierra se suma al avance razonable de un desarrollo sostenible, de acuerdo a tres puntos de vista:

##### **a) Medio económico.**

- ✚ Utilizar materiales cercanos.
- ✚ Emplear trabajo de mano de obra del lugar.

- ✚ Utilización correcta de los metros cuadrados.
- ✚ El mantenimiento de los materiales es sumamente sencillo.
- ✚ Material prácticamente sin envoltorios que produzcan contaminación.
- ✚ Materiales que pueden ser reutilizados.
- ✚ Lograr una buena capacidad energética.

**b) Medio social.**

- ✚ Respeto a la utilización de las costumbres de la localidad.
- ✚ Conservación de la personalidad del diseño local (identidad arquitectónica del lugar).
- ✚ Disposición de los materiales del medio para inclinarse hacia la mejora de la industria local.

**c) Medio ambiental.**

- ✚ Disminuir la contaminación producida por el transporte y la aglomeración de los insumos que vienen desde largas distancias.
- ✚ Buena relación con la naturaleza.
- ✚ Material efectivamente reciclable y reutilizable.
- ✚ Materiales a disposición local que se alejan de la creación de CO<sub>2</sub>.
- ✚ Menos residuos y acumulaciones.

**2.2.1.15. Factores que afectan las edificaciones de adobe.**

Las estructuras construidas con adobe en nuestra área de estudio pueden verse afectadas o perjudicadas por las variables que las acompañan, como son los factores químicos, los factores climáticos y los factores sísmicos, las cuales se describen a continuación.

**2.2.1.15.1. Factores químicos.**

Los factores químicos más importantes son:



**a) Disolución o corrosión:** La desintegración es un ciclo físico que comprende la separación de moléculas en iones por un disolvente, para nuestra situación ese disolvente es el agua. Este ciclo no incluye ningún cambio en la síntesis del compuesto del material desintegrado. Después de la desintegración, los materiales precipitan cuando el disolvente se desvanece, y aparecen acumulaciones insolubles (depósitos de desintegración), como la arcilla descalcificada y la arena (arcillas con sílex y tierra roja) Muchas veces esta precipitación se termina en el mismo punto de desintegración (Lopez & Torbisco, 2020).

**b) Formación de cristales:** Son un resultado de la presencia de agua de lluvias, esta humedad inclina hacia la cristalización de sales en disposición que llevan a una expansión en el volumen del material; este impacto es entregado principalmente por las partículas presentes en el adobe.

#### **2.2.1.15.2. Factores climáticos.**

El adobe puede ser impactado o dañado por factores climáticos las cuales son causantes de su mayoría por estar en relación a su estado de conservación, estas causas son la impresión de consecuencias constantes y ocasionales para el objeto de estudio. En consecuencia, las propiedades físicas más impactadas que se han distinguido en el área de estudio son las mencionadas:

**a) Fluctuaciones de temperatura:** La temperatura en el área de estudio se encuentra entre los 2 °C y los 15 °C, teniendo

clima friolento seco, en consecuencia, el bloque de adobe se presenta a variedades de temperatura, sin embargo, lo más abrumador es el frío, con calentamientos sucesivos hacia la media tarde y enfriamientos en las primeras horas de la noche y la madrugada, creando un coeficiente de expansión y múltiples contracciones que influye en la unidad de adobe y en el muro en general.

**b) Lluvias:** Las precipitaciones humedecen los muros de adobe, debilitándolos y consumiendo su diseño actual, provocando fisuras, grietas y separación de partes del adobe cuando no se resguarda como se espera, generalmente la deficiencia que el muro va perdiendo resistencia es impulsada por la humedad.

**c) Viento:** En las regiones sierras del Perú los vientos juegan un papel muy importante, en el área de estudio, los vientos van en diferentes direcciones y son muy fuertes. Asumiendo que la unidad de adobe este muy expuesta, la brisa significativamente afecta a su diseño físico, sin embargo, afecta impresionantemente los techos de calamina de las casas. Las brisas sólidas por lo general producen el arrastre de material como partículas causando la desintegración del adobe, la desintegración disminuye las dimensiones del bloque de tierra (adobe) y provoca la deficiencia de la resistencia a la compresión.

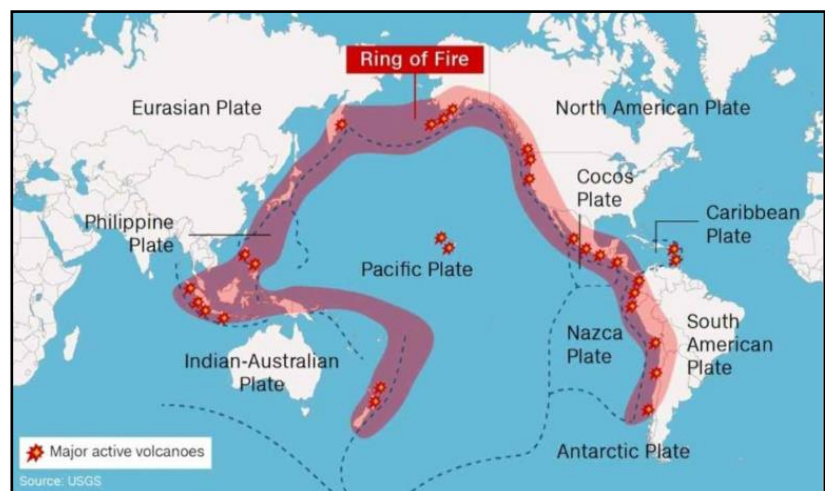
#### **2.2.1.15.3. Factores sísmicos.**

El Perú es uno de los Países de Sudamérica ubicados dentro del Cinturón del fuego del Pacífico, una

superficie que comprende más del 80% de las actividades sísmica en el mundo. En ese sentido Minke (2005) afirma que las regiones con mayor nivel de sismicidad están situadas en el anillo del Pacífico, desde Canadá hasta Chile, regiones como Nueva Zelanda, Japón, Nueva Guinea y a lo largo del anillo ecuatorial.

#### ILUSTRACIÓN 42

*Anillo del Pacífico.*



**FUENTE:** *National Geographic (2022).*

Dentro del ámbito nacional se han producido terremotos destructivos causantes de numerables desastres de viviendas como también de pérdidas de vidas humanas. Según datos de la INDECI: El 31 de mayo de 1970, que causó la muerte de unas 70,000 personas y la desaparición total de la ciudad de Yungay. En noviembre de 1996, en el sur del país, otro temblor causó una extraordinaria destrucción, dejando más de 90,000 víctimas, casi 5,000 viviendas aniquiladas y más de 10,000 casas impactadas. En junio de 2001, otro terremoto en el sur de Perú dejó 83 personas muertas, cerca de 220,000 personas impactadas, alrededor de 37,000 viviendas

impactadas y aproximadamente 22,000 viviendas arrasadas. El 15 de agosto de 2007 se produjo un sismo de gran magnitud, que duró aproximadamente 210 segundos e impactó en los ramales de Lima, Ica y Huancavelica. El punto focal del temblor, de coordenadas  $13.49^{\circ}$  S y  $76.85^{\circ}$  W, se encontró a 74 km al oeste de la ciudad de Pisco y a 26 km de profundidad (Vega, 2018). En ese sentido Blondet et al. (2010) refieren que la seguridad sísmica de las edificaciones con bloques de tierra (adobe) no reforzados son excepcionalmente bajas, la pobre forma de comportamiento sísmico de estas edificaciones se debe a el extraordinario peso del diseño (peso del adobe), a su baja resistencia y la delicada forma de comportamiento. Durante los terremotos graves, estas edificaciones fomentan enormes fuerzas de inercia que no pueden evitar y, en consecuencia, se derrumban ferozmente.

**a) Sismo resistencia:** Según Chuya & Ayala (2018) los impactos creados por los temblores sísmicos son especialmente arrasadores; las estructuras construidas con tierra son frágiles ante algunos impactos naturales, particularmente los provocados por los sismos, ya que experimentan daños críticos, incluso la ruptura. Estos daños son provocados por la creación similar de los adobes, por ejemplo, el alto peso del diseño, la baja resistencia y su delicada manera de comportarse. Las casas edificadas con tierra, en general, son las principales impulsoras del número de muertes debido a su ruptura abrupta por la actividad de los movimientos telúricos.

**b) Efectos estructurales del sismo:** Minke (2005) afirma que el nivel de daño de una casa a la vista de un terremoto es más notable en el plano horizontal que en el plano vertical, ya que los efectos verticales son inferiores al 50%. La técnica de fuerzas equivalentes es excepcionalmente normal para la evaluación de las fuerzas sísmicas, la cual consiste en asimilar la fuerza del terremoto por fuerzas horizontales, es decir, "cuanto más notable sea la ductilidad disponible, menor será la fuerza equivalente. Así pues, el principal punto de interés en el diseño de la estructura es la resistencia contra fuerzas horizontales y la capacidad de deformación. Del mismo modo también considera que la ductilidad es el límite de una estructura para deformarse sin llegar a su punto de rotura (dentro del alcance elástico). En este sentido, hay algunas probabilidades de tener la opción de resistir a un enorme temblor sísmico sin colapsar; considerando que cuanto menor sea la resistencia, mayor será la ductilidad necesaria y cuanto menor sea la ductilidad, mayor será la resistencia necesaria.

**c) Criterios sobre problemas sísmicos:** Estrada & Rohmer (como se cito en Chuya & Ayala, 2018) quienes advierten algunas consideraciones ante cuestiones sísmicas. Como la patología donde las edificaciones de tierra impactadas por movimientos telúricos, muestra deformaciones en su diseño (deformaciones arquitectónicas o estructurales); y las regiones topográficas, en las que, las edificaciones de tierra llegan en un alto porcentaje de edificaciones impactadas por los movimientos sísmicos.

### 2.2.1.16. Fallas en las construcciones de adobe.

Según Morales et al. (1993) los principales impulsores de las fallas en las edificaciones de bloques de tierra (adobe) son los siguientes:

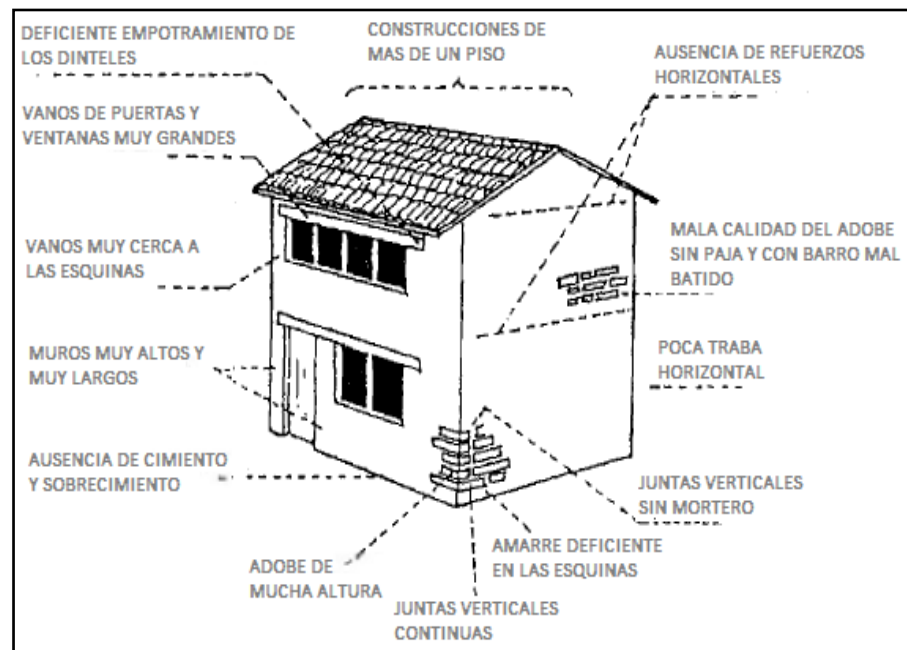
- ✚ Desarrollo de estructuras de adobe en suelos delicados (blandos).
- ✚ Desarrollo de estructuras de más de un piso que no son apropiadas para soportar movimientos sísmicos.
- ✚ Calidad desafortunada del adobe en cuanto a la tierra y la estrategia de fabricación de los bloques.
- ✚ Deficiente dimensionamiento de los bloques de adobe, sobre todo en cuanto al nivel, que muchas veces es excesivamente grande.
- ✚ Deficiente traba horizontal con respecto a los bloques de adobe, especialmente cuando se colocan al revés o de cabeza, muy a menudo debido a una desafortunada medición del adobe.
- ✚ Falta e inadecuada trabazón entre las juntas de los muros, lo que produce juntas verticales constantes de al menos tres hiladas.
- ✚ Falta de mano de obra adecuada en la colocación de los bloques de adobe.
- ✚ Errónea ubicación de los muros de poco espesor y exorbitante longitud y alto.
- ✚ Confinamiento inadecuado e inadecuado arriostre de los muros.
- ✚ Aberturas de puertas y ventanas demasiado anchas e implantación inadecuada de dinteles.
- ✚ Seguridad casi nula de las paredes contra el debilitamiento por desintegración (fenómenos de la erosión).
- ✚ Utilización errónea o exagerada de los muros de sogá.
- ✚ Ausencia de firmeza horizontal en los techos.

- ✚ Longitud deficiente del voladizo de los techos para salvaguardar las paredes de las precipitaciones pluviales.
- ✚ Tejados excepcionalmente pesados y falta de arreglos constructivos en su intersección con los muros de adobe.

Por otro lado el Grupo CRATerre (como se cito en Chuya & Ayala, 2018) quienes señalan que, el área de una estructura es uno de los asuntos centrales a considerar en la construcción; en consecuencia, el terreno sobre el que se asentará la construcción debe tener una capacidad portante admisible de 2kg/cm<sup>2</sup> para bloques de adobe no estabilizados y de 1kg/cm<sup>2</sup> para el adobe estabilizado, asimismo, existen errores de diseño que provocan gran riesgo durante un movimiento sísmico.

### ILUSTRACIÓN 43

*Principales Causas de las Fallas en Construcciones de Adobe.*

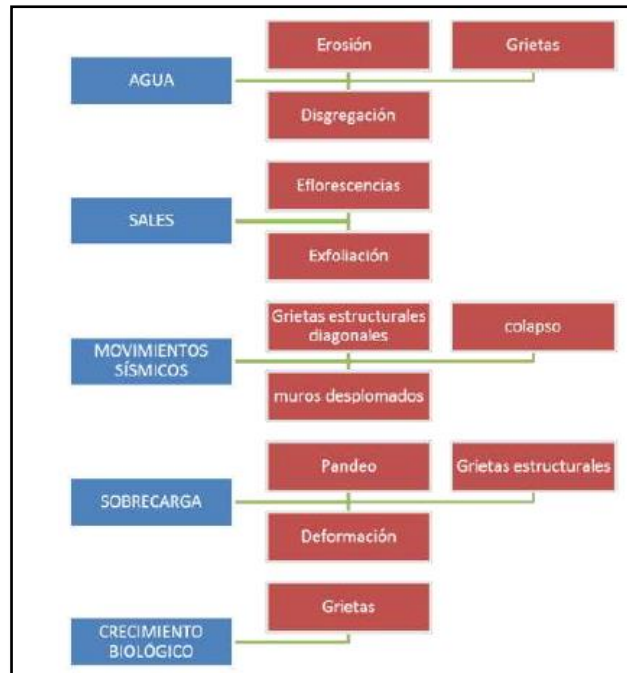


**FUENTE:** Morales et al. (1993).

Según Moscoso (2016) menciona los daños principales de acuerdo a la figura 2, el cual detalla las principales causantes en un color azul, y a los daños fundamentales en un tono rojo. Sin embargo, hay casos en los que podrían aparecer diferentes patologías de causas y daños.

**FIGURA 2**

*Principales Daños en Construcciones de Adobe.*



**FUENTE:** Moscoso (2016).

### **2.2.2. Maguey.**

El maguey es una planta silvestre impermeable a la sequía y que se adapta eficazmente a diferentes ambientes y tipos de suelo y se desarrolla en los valles y laderas de los Andes, ocupando un lugar en la familia de las Agaváceas. Es una planta con hojas en roseta, gruesas y carnosas, organizadas sobre un tallo corto cuya piña inferior no sobresale del suelo. Sus hojas son inflexibles, con espinas periféricas; almacena insulina en el árbol y crea fructosa (Pineda & Uribarri, 2014). Por otro lado, García Mendoza (como se citó en Robles, 2021) menciona que el nombre “agave” proviene de la palabra griega "Agavos", propuesta por el naturalista sueco Carlos Linneo en 1753, plantas locales de América con hojas deliciosas, organizadas en forma de torsión alrededor del tallo, en cuyos bordes hay mínimas espinas y una terminal en la cúspide de la hoja.

Por su parte Rivera (2016) menciona que el maguey es visto como una variedad de la familia angavaceas célebre, por sus diferentes transformaciones



morfológicas, regenerativas y ecológicas, por su versatilidad hereditaria, resiliencia biológica, por su límite de dispersión y germinación de semillas y por su colaboración biótica con diferentes entidades orgánicas como los polinizadores.

**TABLA 12**

*Características de la Cabuya.*

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
Nombre científico o latino	Agave americano L
Nombre común o vulgar	Pita, pitera, sisal, maguey, furcrea, cabuya, fique, motua, abecedaria, acibara, azabara, cardón, chuchua en lengua quechua.
Familia	Asparagáceas (Asparagaceae), antes incluidas en las agaváceas(agavaceae) y éstas a su vez en las Liliáceas(liliaceae)
Genero	Agave comprende más de 300 especies.
Etimología	Su nombre procede del griego "agavos", admirable.

**FUENTE:** *Elaboración Propia.*

#### **2.2.2.1. Antecedentes históricos.**

Los grupos de pueblos nativos mesoamericanos, aproximadamente desde hace catorce mil años, conocían definitivamente al maguey con el nombre de metl en la lengua náhuatl, tacamba en la lengua purépecha, huadá o bomi'ni en la lengua otomí, dua o doba en la lengua zapoteca y yabi en la lengua mixteca. La designación de "Maguey" fue traído por Hernán Cortés a partir del nombre dado a esta planta por los taínos, ocupantes de la actual República Dominicana. Posteriormente, Linneo ordenó estas plantas en la variedad Agave, cuyo significado es honorable, admirable o célebre admirable (Carrillo & Martinez, s.f.). Por su parte Rivera (2016) mencionada que la variedad agave puede ser vista en todo el continente americano, encontrándose desde el sur de Canadá, Estados Unidos, México, Centroamérica y los Andes sudamericanos. Existen por lo menos alrededor de 300 especies, de las cuales entre 150

y 160 se encuentran en México, siendo visto como el país con mayor riqueza de esta planta.

En el territorio peruano esta planta de variedad agave se remonta a períodos antiguos, con la etnia Gayacuando, que existía en los territorios andinos de las actuales provincias de Ayabaca y Huancabamba en el departamento de Piura. Los Gayacuandos en su curso de asentamiento en los Andes de Piura involucraron previamente al agave como alimento, texturas, hilos y atuendos para los curacas. El agave americano era denominado por los pobladores como chuchau o chagual, pacpa o quellupancarita o pasla. (Rivera, 2016). Por su parte Pineda & Uribarri (2014) mencionan que en la cultura Paracas las hondas o waracas hechas de maguey eran vistas como relacionadas con los lienzos funerarios. En la cultura Nasca se utilizó para hacer vástagos o cierres para abanicos de plumas.

Rivera (2016) menciona que durante la formación del agave en los Andes Peruanos, adquirió diversos nombres, los cuales se obtuvieron del impacto de la región o espacio donde se han creado diferentes agrupaciones étnicas a lo largo de los Andes, la costa y la selva. Las denominaciones al agave dentro del Perú según diversos investigadores como Soukup (1987); Pardo (2005); Garcilaso (2005); Bautista (2006); Espinoza (2006) y García (2007) son: Chaguar, cabuyo negro, penco, penca, fique, pajpa, cabuya, chuchau, chagual, pacpa, paxpa, pate, pasla (esta última opción más utilizada en el Chinchaysuyo - hoy extremo norte de Perú y sur de Ecuador), penca, pinca, ancash, chanpatra, pita, cocuisa, okce packpa, cocui, penca azul, kellupancarita, ckara. Esto afirma que el tipo de agave también se formó en los Andes Peruanos, así como en Mesoamérica. Además, se le conoce con los nombres de Mesoamérica, y

por último también se les conoce por los nombres dados por los españoles al agave, por ejemplo, maguey, méjico, cabuya americano, chichimeco y meco. En ese sentido Flores & Limpe (2018) mencionan que en el Perú el agave es visto como propio, por su presencia y usos que se remontan a la época prehispánica, teniendo en cuenta que en la serranía peruana el maguey es abundante y por ser una especie que puede integrarse en los marcos agroforestales. Estas plantas son silvestres y se asientan en suelos pedregosos, arenosos y de baja eficiencia agraria.

#### **ILUSTRACIÓN 44**

*Cabuya o Maguey en el Distrito de Yanahuanca.*



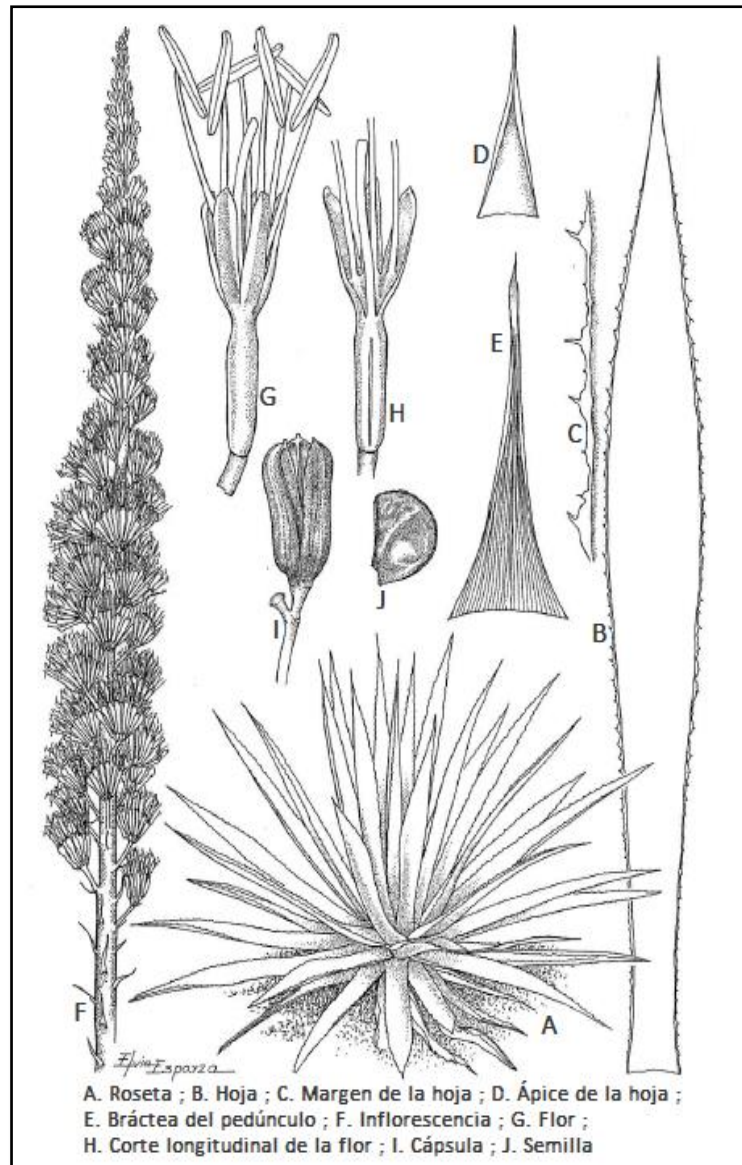
**FUENTE:** *Elaboración Propia.*

#### **2.2.2.2. Morfología.**

El maguey es una planta con hojas organizadas en roseta, por lo general tallos a caulescentes que se sitúan en la base de las hojas y su meristemo apical o punto de desarrollo se sitúa en el trozo más elevado del tallo, justo debajo del brote de la que se separan las nuevas hojas (Rivera, 2016).

### FIGURA 3

*Partes de un Agave Americana.*



**FUENTE:** *García et al. (2018).*

De acuerdo a los estudios de Checa & Jurado (2001) y Condori & Solano (2019), se describen las principales características del maguey.

✚ **Planta:** Se trata de una roseta de hojas bastante compactas, con tallo corto y raíces fasciculados que llegan hasta los tres metros de profundidad en el suelo. El tallo tiene retoños terminales, a pesar de que existen adicionalmente retoños paralelos e inusuales, en general aletargadas.

- ✚ **Hojas:** Son estables, sésiles con estructuras lanceoladas directas, bastante más largas que anchas y que terminan en punta. Los bordes pueden ser lisos o espinosos. El borde de corte de la hoja es liso, ceroso, con venas iguales.
- ✚ **Flores:** Se presentan en una inflorescencia péndula, en forma de panícula y en abanico. De flores hermafroditas, rodeadas de hojillas membranosas.
- ✚ **Sépalos:** La flor tiene tres sépalos de color verde claro.
- ✚ **Pétalos:** Los sépalos están unidos a los pétalos en su interior.
- ✚ **Corola:** Los trozos de la flor están incrustados en la corola y ésta es blanca.
- ✚ **Estambres:** Son seis y tienen una especie de antenas receptores inclinadas.
- ✚ **Ovario:** Contienen tres células y tienen un estilo delgado con tres lóbulos.

### 2.2.2.3. Hábitat.

Estas plantas son perennes y que presentan sus hojas a lo largo de todo el año, en todo caso, durante las épocas más problemáticas (época de otoño, invierno y épocas de sequía), por lo que se consideran plantas perennes (Carrillo & Martínez, s.f.). Por otro lado, Dávila y García Mendoza (como se citó en Rivera, 2016) mencionan que el agave americano tiene atributos xerófilos, versátil para mantenerse vivo en ambientes nocivos, tanto en entornos andinos como frente a la playa desde alturas de 800m metros sobre el nivel del mar hasta 3,700 metros sobre el nivel del mar, con extensos tramos de sequía y temperaturas cambiantes de 12°C a 30°C, su diseño morfológico se ajusta a estas circunstancias y se adapta por tensiones ecológicas como periodos de

sequía, particularmente en la tierra; recogen agua en tejidos específicos y no la pierden por secreción, la mejora en las hojas es posiblemente de su variación más excepcional, ya que el agua guardada durante la época de sequía permite a las plantas salir adelante durante la escasez de agua desde una perspectiva externa.

#### 2.2.2.4. Derivados y usos.

Esta planta tiene algunos propósitos en el campo abierto peruano, describiendo algunos de ellos como: la fibra se utiliza para hacer artículos materiales, como limpiador, leña; el jugo como fijador de variedades, alimento para animales domésticos, los indígenas lo utilizan para teñir su cabello, para emblanquecer sus viviendas; las hojas de corte se utilizan como canales de agua, se usan en lugar de tejas para las paredes, para separar los pastos; obteniendo la fibra con el cardo o espiga, se utilizan como aguja y cuerda. En ese sentido Rivera (2016) menciona diversos propósitos y usos del agave americano, los cuales los clasifica de acuerdo a lo mencionado en la tabla 13.

**TABLA 13**  
*Usos del Agave Americano.*

DESCRIPCIÓN	USOS
	<b>Del Agave americana se obtiene:</b>
	✓ Miel.
	✓ Arrope.
Alimento	✓ Aceite.
	✓ Vinagre.
	✓ Chancaca (dulce).
	✓ Néctar a partir del agua miel.
	✓ De la alcaparra se hace encurtido.
	<b>El Agave americana lo emplean para:</b>
	✓ Cicatrizante.
	✓ Desinflamante estomacal.
	✓ Uso de la savia para para combatir la hidrofobia.
Medicinal	✓ Desinflamante ocular.
	✓ Dolencias hepáticas y de apendicitis.
	✓ Conjuntivitis.
	✓ Laxante.
	✓ Antirreumático.
	✓ Quebraduras y luxaciones.
	✓ Entre otros...

	<p><b>El Agave americana, lo emplean para:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Plaguicida contra la rancha, enfermedad fungosa de la papa.</li> <li>✓ Plaguicida para la polilla de la papa.</li> <li>✓ Obtención de vigas techumbres para la estabilización de canales.</li> <li>✓ Utilización en acequias, muros y andenes.</li> <li>✓ Empleo para linderos y cercos vivos.</li> <li>✓ Control de la erosión en laderas, retención de suelo.</li> <li>✓ Como aislante térmico para construcciones de locales en zonas altoandinas.</li> </ul>
Ambiental	
	<p><b>Del Agave americana, se obtiene los siguientes materiales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Agujas.</li> <li>✓ Fibras.</li> <li>✓ Hilos.</li> <li>✓ Cuerdas.</li> <li>✓ Sogas.</li> <li>✓ Mantas.</li> <li>✓ Tejidos.</li> <li>✓ Jabón</li> <li>✓ Combustible (hojas secas)</li> </ul>
Materiales	
	<p><b>Otros usos del Agave americana:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Uso ornamental.</li> <li>✓ Forraje.</li> <li>✓ Aguardiente.</li> <li>✓ Utilización del tronco como depósito.</li> <li>✓ Utilización de la planta para lavar la ropa.</li> <li>✓ Utilización de la hoja para escribir en ella.</li> </ul>
Otros usos	

---

**FUENTE:** Rivera (2016).

#### **2.2.2.5. Cultivo.**

Según Condori & Solano (2019) el cultivo del maguey suele darse por semilla o bulbillo, o más bien por rizomas, es decir, reubicando las ramificaciones que brotan de la base de la planta. En el momento en que llegan a un nivel de 50 cm, y cuando el cogollo tiene unos 15 cm, se retiran de la planta madre. El tiempo ideal para la producción es en el rango de 3 y 5 años, cada año produce en el rango de uno y dos retoños, que, una vez aislado, debe ser plantado, cubriendo el 75% de su volumen con el sustrato. Este tipo de proliferación crea un duplicado indistinguible de la planta madre (clon). Su desarrollo es extremadamente lento y requiere de 8 a 10 años para llegar a desarrollarse. La floración se produce una sola vez, produce un largo tallo de casi 10 m de altura (puede ser abanicado) que emerge del punto focal de la roseta, con varios grupos de

pequeñas flores cilíndricas. La planta se agota después de crear el producto orgánico, pero normalmente da brotes en su base.

En cuanto a su cultivo Ibarra et al. (como se citó en Calderón, 2013) expresa que el desarrollo del Agave americano oscila en el rango de los seis y ocho años, en los que la piña pesa entre 35 kg y 120 kg. La planta llega a su madurez con la presencia del supuesto "quiete", que se corta al consumir los azúcares recogidos por la planta durante bastante tiempo. Por otro lado, Zeas & Benalcázar (2021) mencionan que las fibras se cosechan cuando la planta tiene entre 8 y 10 meses de edad, eliminando la fibra físicamente, obteniendo así una constitución química de 40% a 80% de celulosa, 5% a 25% de lignina y 10% de hemicelulosa, que se corresponden directamente con las propiedades mecánicas de las fibras.

#### **2.2.2.6. Fibras de maguey.**

Las fibras vegetales están constituidas por tendones nervudos formados por microfibrillas ricas en celulosa, peptina, hemicelulosa y lignina, estas dos últimas tienen la capacidad de salvaguardar la celulosa frente a las animosidades externas, además de tener la propiedad de dar tensiones a las que están sometidas (Correa & Puican, 2021). Por otro lado, Zeas & Benalcázar (2021) refieren que las fibras de maguey contienen un valioso nivel de lignina en contraste con otros materiales, lo que le confiere una gran oposición mecánica e impermeabilidad.



#### ILUSTRACIÓN 45

*Fibras de maguey en proceso de lavado y secado después de su Extracción.*



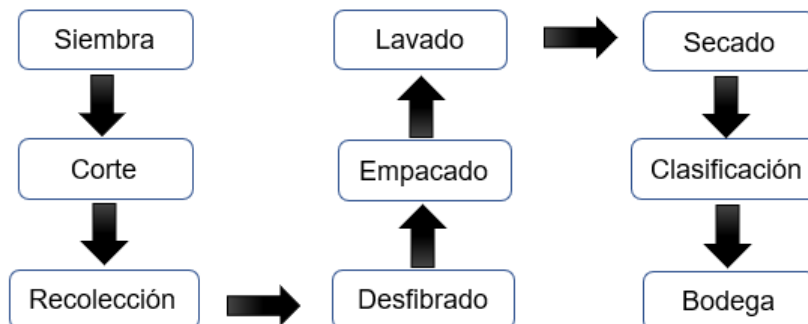
FUENTE: *Elaboración Propia.*

##### 2.2.2.6.1. *Proceso de obtención de la fibra.*

Se compone básicamente de unos cuantos ciclos representados en el esquema adjunto, que tienen una agrupación específica.

#### ILUSTRACIÓN 46

*Proceso de extracción de la fibra de maguey.*



Fuente: *Elaboración propia.*

a) **Siembra:** Para la plantación, la tierra debe estar preparada en su totalidad y debe estar libre de malas hierbas, utilizando para su establecimiento los bulbos de tallos florales de las plantas viejas.

**b) Corte:** Condori & Solano (2019) indican practicas adecuadas para el corte de la fibra, los cuales se describen a continuación.

- ✚ Se cortan las hojas ya maduras, que son las que generalmente su estructura se encuentra en un punto más prominente formando cuarenta grados con el eje erguida de la planta.

- ✚ Se realice uno, dos o tres cortes cada año, en función del progreso de la planta.

- ✚ Se recomienda cortar sólo las hojas preparadas, ya que cortar un número excesivo de hojas hace que la planta pierda vigorosidad.

- ✚ Se recomienda realizar un corte uniforme y liso, lo más cerca posible del tallo, lo que ayuda a una pronta recuperación, en el caso de que el corte sea descuidado se mantiene durante bastante tiempo expuesto al ataque de bichos y seres vivos patógenos.

- ✚ Se corta lo más rápido y eficazmente posible, haciendo lo necesario para no dañar las hojas que permanecen en la planta.

**c) Recolección:** Tras el corte, se acumulan todas las hojas y se trasladan al lugar donde se realizará el sistema de desfibrado. Esto debe terminarse en unas 24 horas si se deja en el campo, o en el plazo de 48 horas si se guarda en un lugar razonable sin sol ni lluvia (Lopez & Torbisco, 2020).

**d) Desfibrado:** Según López & Torbisco (2020) mencionan que, para el ciclo de desfibrado de las hojas de maguey, se deben seguir el siguiente procedimiento.

#### e) Desfibrado:

##### ***Desfibrado manual.***

✚ **Sistema de enriado:** Se forman atados de 5 a 10 hojas asegurados entre si firmemente, estas se presentan en tanques con agua durante un mes, o por otro lado en el caso de que muy bien se pueda poner en un arroyo con agua corriente se guardaría por un periodo de 8 a 12 días. Se deja durante bastante tiempo para que la goma y la papilla se deterioren y se desprendan efectivamente con pequeños golpes progresivos.

✚ **Tallado:** Se realiza utilizando un filo de hueso o de metal, que se utiliza para frotar la hoja de la manera más dura, con un rendimiento de 6 libras cada día y un alto nivel de residuos que supera el 50%. Como es ineficiente y los costos de elaboración son excepcionalmente altos, esta estrategia no se aplica en la actualidad.

##### **Maquinaria desfibradora.**

Es la técnica más utilizada en la actualidad, que es más eficaz que la estrategia manual. La máquina funciona con un motor de 3 a 6 HV y está provista de un tambor de 30 a 40 cm de diámetro con 15 a 20 cuchillas para rascar, golpear y limpiar, matando así las gomas y la papilla que acompaña a la fibra.

f) **Lavado:** Consiste en planificar tanques o piscinas con agua limpia y limpiador de 5 a 7 kg por cada metro cúbico de agua. Con los tanques listos, se sumerge las hojas de maguey por 12 a 15 horas y después se lava completamente en agua

limpia para eliminar las partículas de corteza, pasta, lignina, púas y detergente que va con la fibra.

**g) Secado:** Existen dos procesos usuales que son el secado al sol y el secado de forma artificial.

**Secado artificial:** Procedimiento con costo relativamente alto, ya que se utilizan dos máquinas, un centrifugador que elimina el exceso de agua, y un secador programado.

**Secado natural:** Las fibras de maguey se presentan directamente a los rayos del sol en un campo natural.

#### **2.2.2.6.2. Características químicas.**

Salinas (como se cito en Flores y Limpe, 2018) especifica que la composición química de la fibra de maguey cambia según la tipología de su especie, el modo de desfibrado, el tipo de suelo donde habita el maguey y las circunstancias climáticas donde se desarrollaron; sin embargo de manera general se rastrea dentro de sus partes primarias, la presencia de celulosa, hemicelulosa y lignina.

**TABLA 14**

*Componentes Químicos de la Fibra de Maguey.*

<b>Componentes</b>	<b>Porcentaje Contenido</b>
Cenizas	0.70%
Resinas, ceras y grasas	1.90%
Pentosas	10.50% - 17.7%
Celulosa	62.70% - 73.80%
Lignina	11.30% - 15.5%

**FUENTE:** Flores & Limpe (2018).

#### **2.2.2.6.3. Características físicas.**

El maguey está constituido por fibras duras, considerando que sus hojas están formadas por fibrillas

esenciales, las cuales están unidas con una goma o cera. Estas fibrillas básicas tienen dimensiones de 2 y 6 milímetros de largo, que con su unión forman esos largos filamentos reconocidos en el mercado con el nombre de fibras de hojas de maguey. En ese sentido, Checa & Jurado (2001) menciona que la principal función fisiológica de estas fibras es de ofrecer resistencia y rigidez a sus hojas y funcionar como base de ayuda para los vasos que transportar la savia; debido a estas capacidades mecánicas, se les llama “fibras estructurales”. Considerando un corte transversal en la hoja se puede visualizar realmente que los ejes fibrosos son más numerosos dentro de la periferia y en la base que en el centro y en su extremo terminal. También se argumenta que las fibras de las hojas de maguey producidas en climas fríos son menos resistentes y son más finas que las producidas en climas calurosos. Considerando también que las fibras bien lavadas son extra resistente, sin embargo, alternativamente, las fibras sucias tienen un notable dominio de elongación.

**TABLA 15**

*Características Físicas de la Fibra de Maguey.*

<b>Características</b>	<b>Valor</b>
Longitud	80 a 120cm
Color	Habano
Brillo	Opaco
Textura	Dura
Absorción color	Superficial
Absorción humedad	Mala
Punto de fusión	No se funde
Efecto ante los álcalis	Resistente
Afectos ante los ácidos	Mala
Resistencia a la luz solar	Regular
Efecto de los oxidantes	Variable

**FUENTE:** *Tamayo (2012).*

La disposición en la que se pueda situar la fibra en la unidad de adobe abordará igualmente los cambios en su resistencia. En este sentido, Tamayo (2012) especifica que los materiales compuestos como las fibras tienen 3 tipos de métodos de ordenamiento en su matriz: Formas largas unidireccionales, formas largas bidireccionales y formas cortadas y ubicadas en diversas direcciones. Estas configuraciones impactarán en la composición de la mezcla de suelo, introduciendo de esta forma variaciones en su conducta mecánica. Suponiendo que se busque que el compuesto asegure una gran oposición en una determinada dirección, entonces, en ese punto, las fibras a adherir se colocan de una forma transversal a la fuerza aplicada (utilización de formas unidireccionales); suponiendo que se quiera que el compuesto tenga una mejor resistencia ortotrópica (utilizar formas bidireccionales), consiguiendo que el compuesto reduzca su firmeza a la grieta interlaminar, teniendo en cuenta que estas fibras tengan una alta unión para la transferencia de la carga y una dispersión análoga. Cabe destacar que estos dos métodos presentan más problemas notables a la hora de su manipulación y ubicación. En ese sentido, el método más confiable y de mejores resultados son las formas cortadas y distribuidas en diversas direcciones, las mismas que dan una mejor conducta del compuesto, facilitando mayor resistencia a la flexión, compresión y corte, esto debido a la disposición de las fibras, ya que muestran que, en el momento de resistir a una determinada fuerza aplicada, habrá fibras ubicadas y alineadas

correctamente para soportar las deformaciones que se podrían presentar.

#### **2.2.2.6.4. Características mecánicas.**

Los atributos mecánicos de la fibra de maguey pueden ser variables por diferentes elementos que impactan en el tipo de resistencia, pero llaman la atención que la cantidad de celulosa decide la resistencia mecánica de la fibra, tomando en cuenta esto, se derivan valores estimados de resistencia por la organización de la composición química específica de la fibra de maguey (Flores & Limpe, 2018). Por otro lado, Tamayo (2012) afirma que, en cuanto a la producción de materiales compuestos, la fibra de maguey sería una opción razonable, por sus grandes propiedades mecánicas que estas presentan. En ese sentido estas fibras de maguey vendrían a ser una opción bien vista para ayudar a estabilizar los suelos.

**TABLA 16**

*Características Mecánicas de la Fibra de Maguey.*

<b>Tipo de Resistencia</b>	<b>Cuantificación</b>
Resistencia a la tracción	305MPa (3,111.00 kg/cm <sup>2</sup> )
Resistencia al Corte	112 MPa (1,142.00 kg/cm <sup>2</sup> )
Módulo de elasticidad	7.50 MPa (76.50 kg/cm <sup>2</sup> )
Densidad	1.30 g/cm <sup>3</sup>

**FUENTE:** Flores & Limpe (2018).

#### **2.2.2.6.5. Usos.**

Dada sus distintas bondades de las fibras de maguey y de acuerdo a las investigaciones de Benitez (2017); Campos & Gonzales (2020); Correa & Puican (2021); Flores & Limpe (2018); Mateo (2020); Pineda & Uribarri (2014); Tamayo

(2012) y Zeas & Benalcázar (2021), se describen los principales usos de la fibra.

**TABLA 17**  
*Uso de la Fibra de maguey.*

DESCRIPCIÓN	USOS
Fibras de maguey o cabuya	<b>Usados para la fabricación de:</b>
	Hilos.
	Cuerdas.
	Costales.
	Cortinas.
	Esteras.
	Alfombras.
	Tapetes.
	Entre otros.
	<b>En construcciones se usan para fabricar:</b>
Morteros.	
Adoquines mejorados.	
Concretos para vigas y columnas.	
Baldosas.	
Tejas.	
Las fibras intervienen mejorando sus propiedades físico mecánicas.	

**FUENTE:** *Elaboración Propia.*

### 2.2.3. Características mecánicas de diferentes fibras naturales.

La fibra de maguey tiene un grado elevado de lignina en contraste con otros materiales, que aparte de dar una resistencia mecánica más notable, ayuda a la impermeabilidad. La tabla adjunta muestra que la fibra de cabuya tiene una gran resistencia mecánica, lo que la hace atractiva para diversas producciones.

**TABLA 18**  
*Características Mecánicas de Diferentes Fibras Naturales.*

Fibra	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Resistencia a la tracción (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)	Elongación a la fractura (%)	Absorción de la humedad (%)
Cabuya	1,3	305,15	7,5	4,96	-
Yute	1,3	393 – 773	26,5	1,5 – 1,8	12
Coco	1,2	175 – 220	4 – 6	15 – 30	10
Abacá	1,3	400 – 1289	45	2,7	8 – 10
Sisal	1,5	511 – 635	9,4 - 22,0	2,0 – 2,5	-
Algodón	1,5	393 – 773	27,6	7 – 8	8 – 25
Ramio	1,5	400 – 938	61,4 – 128	3,6 - 3,8	12 -17
Lino	1,5	345 – 1035	27,6	2,7 – 3,2	7
Cáñamo	1,4	690	35	1,6	8
Vidrio – S	2,5	2000 – 3500	70	2,5	-
Vidrio – E	2,5	4570	86	2,8	-
Aramida	1,4	3000 – 3150	63 – 67	3,3 – 3,7	-
Carbono	1,4	4000	230 – 240	1,4 – 1,8	-

**FUENTE:** *Tamayo (2012).*



**NOTA:** Nótese que del estudio de Tamayo (2012) representada en la tabla 19 se puede presumir que, entre las cualidades más excepcionales del maguey contrastadas con los diferentes tipos de fibras, es que tiene una mayor resistencia a la elongación y a la fractura con respecto a los distintos materiales estudiados. En este sentido, Zeas y Benalcázar (2021) afirman que la unión de las fibras de maguey al compuesto del suelo, ayudaría en el proceso de secado del adobe, disminuyendo así el fisuramiento de la unidad; en cuanto al índice de humedad la absorción sería nula, manteniendo posteriormente el contenido de humedad del adobe bajo sus propias cualidades y velocidad de secado, sin influir en estas la presencia de la fibra.

**TABLA 19**

*Composición Química de Diferentes Fibras Naturales.*

<b>Fibra</b>	<b>Celulosa (% peso)</b>	<b>Hemicelulosa (% peso)</b>	<b>Lignina (% peso)</b>	<b>Pentosa (%)</b>
Cabuya	62,7	-	15,5	17,7
Yute	61 – 71	13 – 20	8,1 – 13	-
Coco	32 - 43	0,15 – 0,25	40 – 45	-
Abacá	63 – 70	20 – 21	5 – 6	-
Sisal	67 – 78	10 – 14	18 – 14	-
Algodón	63 – 64	10	5	-
Ramio	82 – 93	3 – 6	-	-
Lino	35 – 61	15	27 – 32	-
Cáñamo	45 – 57	21	8 – 13	-
Vidrio - S	68 – 76	13 – 16	0,6 – 0,7	-
Vidrio- E	71,3	-	-	-
Aramida	71,2	18 – 20	2,2	-
Carbono	70 – 75	17 – 22	3,7 – 5,7	-

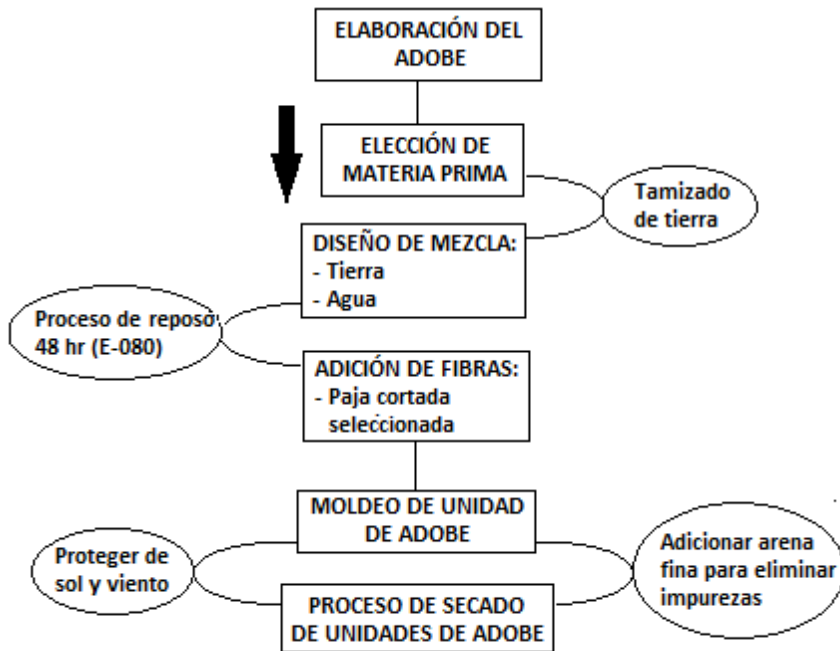
**FUENTE:** Tamayo (2012).

#### **2.2.4. Esquema del procedimiento de elaboración del adobe convencional.**

Para el procedimiento de elaboración de los bloques de adobe, se toma en consideración lo mencionado en el reglamento del MVCS (2017b, 5 de abril), para ello se elaboro el siguiente esquema.

**FIGURA 4**

*Procedimiento de elaboración de unidades de adobe de acuerdo a la norma E-080.*



**FUENTE:** *Elaboración Propia.*

### **2.2.5. Ventajas y desventajas de las fibras naturales como refuerzo del adobe.**

Después de explorar diversas investigaciones, se llega a destacar a Tamayo (2012), que expone ciertas ventajas y desventajas más comunes de las fibras naturales, cuando se utilizan como refuerzo en los materiales compuestos, así como también por ser estos materiales sostenibles y más amigables con la naturaleza.

**TABLA 20**

*Ventajas y Desventajas de las Fibras Naturales como Refuerzos a Materiales Compuestos.*

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Sostenibilidad.	Baja resistencia al agua.
Generan un bajo consumo de CO <sub>2</sub> .	Alta absorción de agua.
Son biodegradables.	Baja estabilidad dimensional.
Requieren un bajo consumo de energía.	Pobre interfaz.
No quedan residuos tóxicos al quemarlas.	Dureza.
Su densidad es baja.	Dificultad en su procesamiento.
Posee buenas propiedades mecánicas.	Calidad heterogénea.
No son tóxicas ni abrasivas.	Demanda y ciclos de suministro variable.
Tienen bajo costo	Presenta alta flamabilidad.

**FUENTE:** Tamayo (2012).

### **2.2.6. Las construcciones de tierra mitigan las necesidades de las zonas rurales.**

Después de revisar varios estudios en los cuales se desarrollaron con esta metodología de construcción (construcciones con adobe y tapial), se puede mencionar, que esta metodología puede ser la alternativa de solución para los problemas de vivienda en las zonas rurales del país, en ese sentido se describen algunas consideraciones.

- ✚ En zonas rurales distantes de las zonas comerciales, la necesidad de fabricar una casa resulta más costosa por el perjuicio de la dificultad de transporte de materiales de construcción, hacen de la tierra una disposición electiva razonable, ya que es un material que se puede encontrar en cualquier lugar, sin impedir su utilización también en zonas urbanizadas.
- ✚ Los poblados rurales, al estar dispersas o en espacios abiertos ecológicos, la utilización de la tierra como material de construcción permiten aliviar el efecto dañino al medio ambiente al interrelacionarse mejor con la naturaleza, con la eficiencia energética que posee y las menores emisiones de carbono.
- ✚ Por sus atributos de calidez y buen confort para con sus ocupantes, además de ser construcciones estéticamente satisfactorias, las construcciones con tierra se suman a trabajar en una mejor calidad de vida.

- ✚ Las construcciones con tierra, ya sean de adobe o de tierra apisonada, al ser un material con disposición en el lugar de construcción, crean una extraordinaria disminución de costos, alejándose de la necesidad de enviar materiales industrializados a la obra; además de ser un material reutilizable.
- ✚ Las construcciones con tierra, al ser el suelo un material abundante y sencillo de trabajar, no necesita de personal capacitado para su extracción y manipulación, además de ser construcciones que tienen un mantenimiento extremadamente sencillo. No obstante, a lo anterior, es importante capacitar a los lugareños en las zonas rurales y/o comunas pequeñas, en la fabricación de bloques de tierra adecuados y en su empleo en construcciones con la misma.

### **2.2.7. Consideraciones finales**

- ✚ El bloque de adobe se puede elaborar con suelos del sitio o del área de construcción, las mismas que para su concepción tienen proporciones notables entre arcilla y arena, generando de este modo una buena resistencia mecánica. En ese sentido la normativa de MVCS (2017b, 5 de abril) dan algunas recomendaciones de proporciones de suelo para elaborar estos bloques, considerando también la utilización de fibras naturales que ayuden a mejorar su resistencia mecánica de la unidad. En ese sentido para lugares de altura se considera la utilización de fibras de ichu (paja), y en el caso de la costa se considera la utilización de fibras de caña de azúcar, las mismas que al adherirse a la mezcla de suelo brindaran más rigidez a la unidad, evitando el fisuramiento en el proceso de secado. Las casas típicas de adobe en el país son de 1 a 2 pisos, estas edificaciones en su gran mayoría no cuentan con sobrecimientos adecuados, con espesores de pared variables entre 30cm a 100cm (casas antiguas), y dentro de su diseño arquitectónico la cocina y el SS.HH. están considerados en su gran mayoría fuera de la casa.
- ✚ El adobe convencional por la idea de los materiales que lo componen, así como su producción, no necesita la utilización de combustibles por lo que aborda un

ahorro monetario evaluado en un 40% en comparación al bloque de ladrillo, en vista de que el adobe no necesita proceso de cocción similar a la del ladrillo (Vega, 2018). En ese sentido Zeas & Benalcázar (2021) mencionan que el desarrollo de la actividad de la construcción en un proceso trascendental monetario y social, que a la par crea diversos efectos de contaminación al medio ambiente. Con respecto a este enfoque se menciona al nacimiento de una metodología sostenible, que busca materiales de menor efecto ecológico, de orígenes naturales o de materiales reciclados, con el propósito de mantener el equilibrio ecológico, financiero y social, dando un aprovechamiento adecuado y productivo de estos materiales.

✚ Las propiedades mecánicas, físicas del adobe son las principales propiedades a mejorar y solucionar para seguir involucrándolo como material estructural, ya que éstas le dan los atributos favorables para su comercialización, así como para avanzar en su utilización y en su desarrollo como material de construcción, ya que muestra su capacidad de versatilidad, calidad y disponibilidad. Una mejora en las partes principales del adobe puede ayudar a ampliar su resistencia mecánica; a controlar adecuadamente el proceso de elaboración de cada bloque de tierra, se puede incrementar la calidad de las casas. Además, el adobe está apreciado como un material con importantes beneficios para la necesidad sostenible del globo terrestre (Zeas & Benalcázar, 2021). Por otro parte, Raya de Blas et al. (como se citó en Chuya & Ayala, 2018) afirma que “la concordancia lograda entre el material, los materiales constructivos, el paisaje y la buena funcionalidad son escasamente comparables” (Pág. 2). Por lo tanto, hoy en día es fundamental recuperar el diseño y las ventajas mecánicas que presentan la metodología de construcción con tierra, ya que son una parte principal de nuestra forma de vida, nuestro legado; dejando de lado la desestimación social introducida hacia esta metodología de construcción. Teniendo en cuenta que es vital desarrollar,

crear y tener la opción de aplicar una estrategia exigente con un enfoque a la actualidad, en consecuencia, obtener la recuperación de esta técnica de construcción.

✚ Las condiciones climáticas con las que se enfrentan día a día las casas de adobe son en gran mayoría la razón de los problemas anómalos que soporta este tipo de metodología de construcción, en ese sentido Rufino (2013) afirma que, para el desarrollo de nuevas viviendas es importante mejorar este sistema constructivo con tierra, buscando estrategias y avances que ayuden a obtener bloques de tierra más resistentes frente a las actividades climáticas a las que son expuestas, de ese modo aumentar sus cualidades a compresión y a la impermeabilización, los cuales también se ajusten a los costos locales. En ese sentido, hoy en día, existen varios estabilizadores, tanto naturales como artificiales, para ayudar a mejorar sus cualidades del bloque de tierra. La decisión del estabilizador adecuado que se puede utilizar en la preparación de la unidad de adobe dependerá de algunos límites, como son, los componentes del suelo que se desea equilibrar, los aspectos económicos para la producción y las metodologías para la elaboración de la unidad de adobe. Por otro lado, Zeas & Benalcázar (2021) mencionan que, a pesar de la existencia de una amplia gama de suelos abiertos para la producción de bloques de adobe, se debe tener en cuenta que existen tipos específicos de suelos, específicamente suelos orgánicos, que no son adecuados para la producción de bloques de adobe, por lo que es extremadamente desafiante equilibrar este tipo de suelos para su utilización como parte del bloque de adobe.

✚ De acuerdo a diversas normativas como por ejemplo la ASTM E-2392 M-10(2016, Set.); MVCS (2017b, 5 de abril); NMAC 14.7.4 (2015); UNE 41410 (2008, Dic.), mencionan que el indicador principal para caracterizar al bloque de adobe es la resistencia a la compresión, y por lo tanto, prescriben decidirse a utilizar estabilizadores que actúen sobre las propiedades físico-mecánicas

del adobe y tengan una mejora frente a las variables ecológicas externas. Dado que en el área de estudio nos encontramos con condiciones climáticas que oscilan entre 2°C - 15°C, en un entorno donde las condiciones meteorológicas son severas y las precipitaciones son críticas en momentos específicos, y dado que estamos en una zona sísmica 3 de acuerdo a la normativa (MVCS, 2018a, 22 de oct.). En consecuencia, es de suma importancia concentrarse en una estrategia para trabajar en las cualidades físico-mecánicas de la unidad de adobe y así dar una alternativa viable de mejora a esta metodología de construcción.

✚ En el presente estudio de investigación, se base netamente en la mejora de las cualidades físico mecánicas de la unidad de adobe tradicional del área de estudio con la adhesión de un estabilizador físico y químico (fibras y extracto de maguey); excluyendo la utilización de un estabilizador mecánico, debido a que el objetivo de nuestro estudio se basa a un área en específico, bajo sus factores sociales reales y económicos, además considerando también que en el área de estudio la existencia del maguey es abundante, puesto que es una planta que crece de manera silvestre y de fácil acceso. Es necesario indicar que para la presente investigación se tomó como referente las consideraciones utilizadas dentro de la investigación realizada por el tesista Condori & Solano (2019), titulado "Influencia de la fibra de maguey en la compresión, tracción y absorción del adobe".

### 2.3. Definición de términos básicos

**a) Adobe:** De acuerdo al código de materiales de construcción en tierra de México (NMAC 14.7.4, 2015), el adobe es un bloque de tierra sin la adhesión de ningún estabilizador, también conocidos "adobes naturales", considerados además como unidades de obra cuyas determinaciones de absorción de agua no son

las mismas que las del adobe estabilizado, la utilización de estas unidades de adobe está prohibido a menos de 4 pulgadas del piso terminado.

**b) Adobe tradicional:** De acuerdo a la normativa del MVCS (2017b, 5 de abril), se caracteriza al adobe tradicional como un bloque sólido de tierra sin cocer, que puede contener paja u otro material que ayude a mejorar sus cualidades físico mecánicas contra agentes externos.

**c) Maguey:** El maguey es visto como una planta fructífera, por sus distintas cualidades a armonías morfológicas, regenerativas y ecológicas, su versatilidad hereditaria, resiliencia ambiental, su límite de dispersión y germinación de semillas y su comunicación biótica con diferentes entidades orgánicas como los polinizadores (Rivera, 2016).

**d) Fibras Naturales:** Tamayo (2012) las describe como hilos filamentosos regulares de origen vegetal, animal y mineral; los cuales son ampliamente utilizados por sus grandes propiedades físicas y mecánicas, teniendo aplicaciones muy variadas. Su utilización se ha visto desde tiempos tan antiguos como la humanidad misma.

## **2.4. Formulación de hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

Las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe mejorará con la adición de fibras y extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

**a)** Las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe son bajas antes de la adición de fibras y extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca.

**b)** Las Propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe mejorará con la adición de 0.13% de fibras y 50% de extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca.



c) Las Propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe mejorará con la adición de 0.27% de fibras y 50% de extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca.

d) Las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe mejoraron después de la adición de fibras y extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca.

## **2.5. Identificación de variables**

### **2.5.1. Variable independiente**

Fibras y extracto de hojas de maguey.

### **2.5.2. Variable dependiente**

Propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe.

## **2.6. Definición operacional de variables e indicadores**

**TABLA 21**

*Operacionalización de variables.*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b>  Fibras y extracto de hojas de maguey.	<b>FIBRAS DE MAGUEY:</b> De acuerdo a Condori & Solano (2019) estas son considerados como estabilizadores naturales que proporciona mejor compacidad del suelo, ayudando a mejorar las cualidades físico mecánicas de la unidad de adobe.  <b>EXTRACTO DE HOJAS DE MAGUEY:</b> De acuerdo a Benitez (2017) son considerados polímeros aglutinantes, que contribuye de manera eficiente en el mejoramiento de la cualidad de absorción de la unidad de adobe, haciéndolos resistentes al contacto con el agua.	Se añadirán fibras de maguey en las proporciones mencionadas en el diseño, también se usará el extracto de hojas de maguey para disminuir la absorción de agua; con los cuales se pretende aumentar el comportamiento físico mecánico de la unidad de adobe.	<b>Pre - test:</b> Se evaluará las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe, antes de la adición de fibras y extracto de hojas de maguey (grupo control).  <b>Experimento:</b> Se evaluará las propiedades físico mecánicas de las unidades de adobe con la adición de 0.13% y 0.27% de fibras y 50% de extracto de maguey.	<b>Pre - test:</b> Se demostrará que las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe es bajo en el área de estudio.  <b>Experimento:</b> Con la adición de 0.13% y 0.27% de fibras y 50% de extracto de hojas de maguey a la unidad de adobe, se demostrará la mejora en sus propiedades físico mecánicas de la unidad.
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b>  Propiedades físico mecánicas.	<b>PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS:</b> Estas son las propiedades que caracterizan a la unidad de adobe, ya que definen la capacidad de resistencia frente a agentes externos, como por ejemplo la resistencia a la compresión, tracción, la capacidad de absorción, entre otras.	Esta variable se medirá mediante ensayos de laboratorio.	<b>Post - test:</b> Se evaluará el aprendizaje obtenido de las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe, después de la adición de fibras y extracto de maguey.	<b>Post - test:</b> Se demostrará que las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe se ha mejora con respecto al grupo control.

**FUENTE:** *Elaboración propia.*

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación**

Martínez (2020) precisa que, los tipos de investigación son sólo de dos clases: básicos y aplicados. En el caso de que el estudio sea descriptivo, será una investigación básica y en el caso de que sea un estudio experimental, será una investigación aplicada. Por otro lado Tapia (s.f.) considera igualmente que la investigación aplicada se reconoce por tener propósitos claros y oportunos, o al menos, se estudia para actuar, cambiar, alterar o generar cambios en un área específica de la realidad. En este sentido, la presente investigación se rigió por una INVESTIGACIÓN APLICADA.

#### **3.2. Nivel de investigación**

Según (Martínez, 2020) el nivel estaría compuesto por cuatro escalones que serían: Nivel observacional, nivel descriptivo, nivel racional y nivel experimental. En ese sentido el estudio de investigación está basado a un NIVEL EXPERIMENTAL.

### **3.3. Métodos de investigación**

Según Baena P. (2017) un método experimental que permite instigar conexiones observacionales entre variables o comprobar la veracidad de una especulación, norma o modelo, a través de un estudio experimental controlado. En tal sentido, en el presente estudio se empleó un MÉTODO EXPERIMENTAL, en base a que las fibras y extracto de hojas de maguey serán adheridas a la mezcla de barro para la elaboración de unidades de adobe, el cuál fue evaluado en cuanto a sus propiedades físico mecánicas en un laboratorio especializado (laboratorio de suelos y materiales). Considerando que se analizaron en tres grupos; el primer grupo denominado grupo control (unidad de adobe sin la adición de fibras y extracto de maguey), y los otros dos grupos están diferenciados por la proporción de fibras de maguey.

### **3.4. Diseño de investigación**

Según Borja S. (2012) en un diseño cuasi experimental los grupos de control ya están formados antes de una investigación, las cuales adoptan las mismas características de un diseño experimental puro; en tal sentido menciona que un diseño experimental consiste en observaciones previas y después a la prueba, los cuales son pruebas donde los factores se controlan mediante las variables por la presencia de dos grupos de observación: un grupo de referencia (donde nunca se aplicó la estimulación) y un grupo de prueba (a los que se les aplicaron los estímulos), de esta manera el grupo de referencia actuará como un diseño de correlación. Por otro lado, Martínez (2020) afirma que los estudios cuantitativos se concentran en el manejo de porcentajes o cantidades, para de este modo responder a las preguntas de investigación. También considera que el diseño prospectivo es cuando se está trabajando con datos e información nueva y no de años anteriores; también menciona que un diseño transversal, trabaja con instrumentos de recolección de datos, los cuales se realizan en un solo momento

determinado o en una sola etapa de la investigación. En ese sentido en este estudio se siguió un DISEÑO CUASI EXPERIMENTAL con estudios de pre - prueba y post - prueba, considerando en el estudio la adición de fibras y extracto de maguey para la fabricación de las unidades de adobe. Asimismo, se usó un enfoque CUANTITATIVO, con una estrategia de recolección de información PROSPECTIVA y TRANSVERSAL.

### 3.5. Población y muestra

#### 3.5.1. Población.

Según Borja S. (2012) lo considera como una población o universo al conjunto de componentes o sujetos que serán objeto de estudio, esto visto desde un punto de vista estadístico. Para este estudio se consideró una población de 90 unidades de adobe, el cual contempla unidades de compresión, flexión y absorción de acuerdo a lo mencionado en la tabla 22.

**TABLA 22**

*Población de Estudio.*

Tratamiento de la unidad de adobe	Análisis a compresión	Análisis a Flexión	Absorción de Agua
Unidades de adobe sin adición de fibras y extracto de maguey (Adobe tradicional con paja – grupo control)	10 und	10 und	10 und
Unidades de adobe con adición de 0.13% fibras y 50% de extracto de maguey respecto al peso (Grupo C de Análisis)	10 und	10 und	10 und
Unidades de adobe con adición de 0.27% fibras y 50% de extracto de maguey respecto al peso (Grupo B de Análisis)	10 und	10 und	10 und
<b>SUB TOTAL</b>	<b>30 und</b>	<b>30und</b>	<b>30 und</b>
<b>TOTAL</b>	<b>90 und</b>		

**FUENTE:** *Elaboración Propia.*

#### 3.5.2. Muestra.

Para consideraciones de este estudio se regió de lo mencionado en la normativa E-0.80 MVCS (2017b, 5 de abril) y la NTP 399.613 (INDECOPI, 2017b, 27 Dic.) , los cuales nos indican que para cada ensayo a realizar se deben de tomar las cantidades mínimas estipuladas para cada tipología de ensayo. En ese

sentido se tubo 48 unidades de adobe entre el análisis a compresión, flexión y de absorción de acuerdo a la tabla 23.

**TABLA 23**

*Cantidad de muestras de ensayo de acuerdo a normativa.*

Tratamiento de la unidad de adobe	Análisis a compresión	Análisis a Flexión	Absorción de Agua
Unidades de adobe sin adición de fibras y extracto de maguey (Adobe tradicional con paja – grupo control)	6 und	6 und	4 und
Unidades de adobe con adición de 0.13% fibras y 50% de extracto de maguey respecto al peso (Grupo C de Análisis)	6 und	6 und	4 und
Unidades de adobe con adición de 0.27% fibras y 50% de extracto de maguey respecto al peso (Grupo B de Análisis)	6 und	6 und	4 und
<b>SUB TOTAL</b>	<b>18 und</b>	<b>18 und</b>	<b>12 und</b>
<b>TOTAL</b>	<b>48 und</b>		

**FUENTE:** *Elaboración Propia.*

### **3.5.3. Muestreo.**

De acuerdo a Borja S. (2012) un muestreo probabilístico es un tipo de prueba en el que todos los componentes de la población tienen la misma probabilidad de ser elegidos. Hay dos tipos, el muestreo simple aleatoria (donde cada uno de los objetos de estudio tiene una probabilidad similar de ser elegido como una característica del ejemplo) y el muestreo sistemático (donde la determinación se hace cada intervalo específico "K" a partir de un resumen de información que se dirigen a los sujetos de estudio, donde  $K = N/n$ ). En ese sentido para el presente estudio se ha considerado un MUESTREO PROBABILÍSTICO ALEATORIO SIMPLE, siguiendo también a lo estipulado por la normativa E-0.080 del MVCS (2017b, 5 de abril) el cual menciona que para cada ensayo se tomaran las cuatro mejores muestras de seis muestras analizadas y la NTP 399.613 (INDECOPI, 2017b, 27 Dic.), el cual mensiona, que para el análisis de absorción de unidades de arcilla se tomaran 4 muestras como mínimo. Estos ensayos responderán en forma cuantitativa a nuestras variables de causa y efecto, y, se puedan responder a los objetivos planteados en el

presente estudio. En ese sentido se considerará un total de 48 unidades de adobe como indica la tabla 23.

**TABLA 24**

*Unidades de adobe tradicional.*

TRATAMIENTO PARA LAS UNIDADES DE ADOBE TRADICIONAL (CODIGO A)	Número de Repeticiones					
	1	2	3	4	5	6
Ensayo de compresión para unidades de dimensiones de 10x10x15cm	X	X	X	X	X	X
Ensayo a flexo compresión para unidades de dimensiones de 15.24x15.24x30.48cm	X	X	X	X	X	X
Ensayo de absorción para unidades de dimensiones de 10x12x26	X	X	X	X		

**FUENTE:** *Elaboración Propia*

**TABLA 25**

*Unidades de adobe con adición de 0.27% de fibras y 50% de extracto de maguey.*

TRATAMIENTO PARA LAS UNIDADES DE ADOBE CON ADICIÓN DE 0.27% DE FIBRA Y 50% DE EXTRACTO DE MAGUEY (CODIGO B)	Número de Repeticiones					
	1	2	3	4	5	6
Ensayo de compresión para unidades de dimensiones de 10x10x15cm	X	X	X	X	X	X
Ensayo a flexo compresión para unidades de dimensiones de 15.24x15.24x30.48cm	X	X	X	X	X	X
Ensayo de absorción para unidades de dimensiones de 10x12x26	X	X	X	X		

**FUENTE:** *Elaboración Propia*

**TABLA 26**

*Unidades de adobe con adición de 0.13% de fibras y 50% de extracto de maguey.*

TRATAMIENTO PARA LAS UNIDADES DE ADOBE CON ADICIÓN DE 0.13% DE FIBRA Y 50% DE EXTRACTO DE MAGUEY (CODIGO C)	Número de Repeticiones					
	1	2	3	4	5	6
Ensayo de compresión para unidades de dimensiones de 10x10x15cm	X	X	X	X	X	X
Ensayo a flexo compresión para unidades de dimensiones de 15.24x15.24x30.48cm	X	X	X	X	X	X
Ensayo de absorción para unidades de dimensiones de 10x12x26	X	X	X	X		

**FUENTE:** *Elaboración Propia.*

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.6.1. Técnicas de recolección de datos.**

Según Correa & Puican (2021) la técnica de observación se caracteriza como un procedimiento para registrar cualidades notorias que puedan presentar los componentes, objetos o sujetos de estudio y que puedan ser de mucho impacto en su forma de comportarse. En ese sentido para el estudio se empleó la técnica de OBSERVACIÓN para la recolección de información. Considerando también datos de referencia de las normativas E-0.80 y E-0.70 del MVCS (2006c, Marzo; 2017b, 5 de abril) y la NTP 399.613 (2017b, 27 Dic.).

#### **3.6.2. Instrumentos de recolección de datos.**

Estos vendrían a ser las fichas obtenidas por la acción de los resultados de los ensayos de laboratorio, trabajos de gabinete y ensayos de campo, los cuales dan la validez y confiabilidad del desarrollo de nuestra investigación, esto debido a que los instrumentos a utilizar en los ensayos de laboratorio están debidamente calibrados, garantizando un buen desarrollo del proyecto, y de este modo contestar a los objetivos e hipótesis planteadas. Para consideraciones del presente estudio, los ensayos de campo y de laboratorio seguirán las recomendaciones de las normativas E-0.80 y E-0.70 del (MVCS, 2017b, 5 de abril) y la NTP 399.613 (INDECOPI, 2017b, 27 Dic.).

### **3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación**

#### ***Ensayos de campo desarrollados:***

- ✚ Prueba de sedimentación o decantación de partículas.
- ✚ Prueba de la cintilla o cinta de barro.
- ✚ Prueba de impacto de la bola húmeda.
- ✚ Prueba de contenido de humedad.



***Ensayos de laboratorio a desarrollar:***

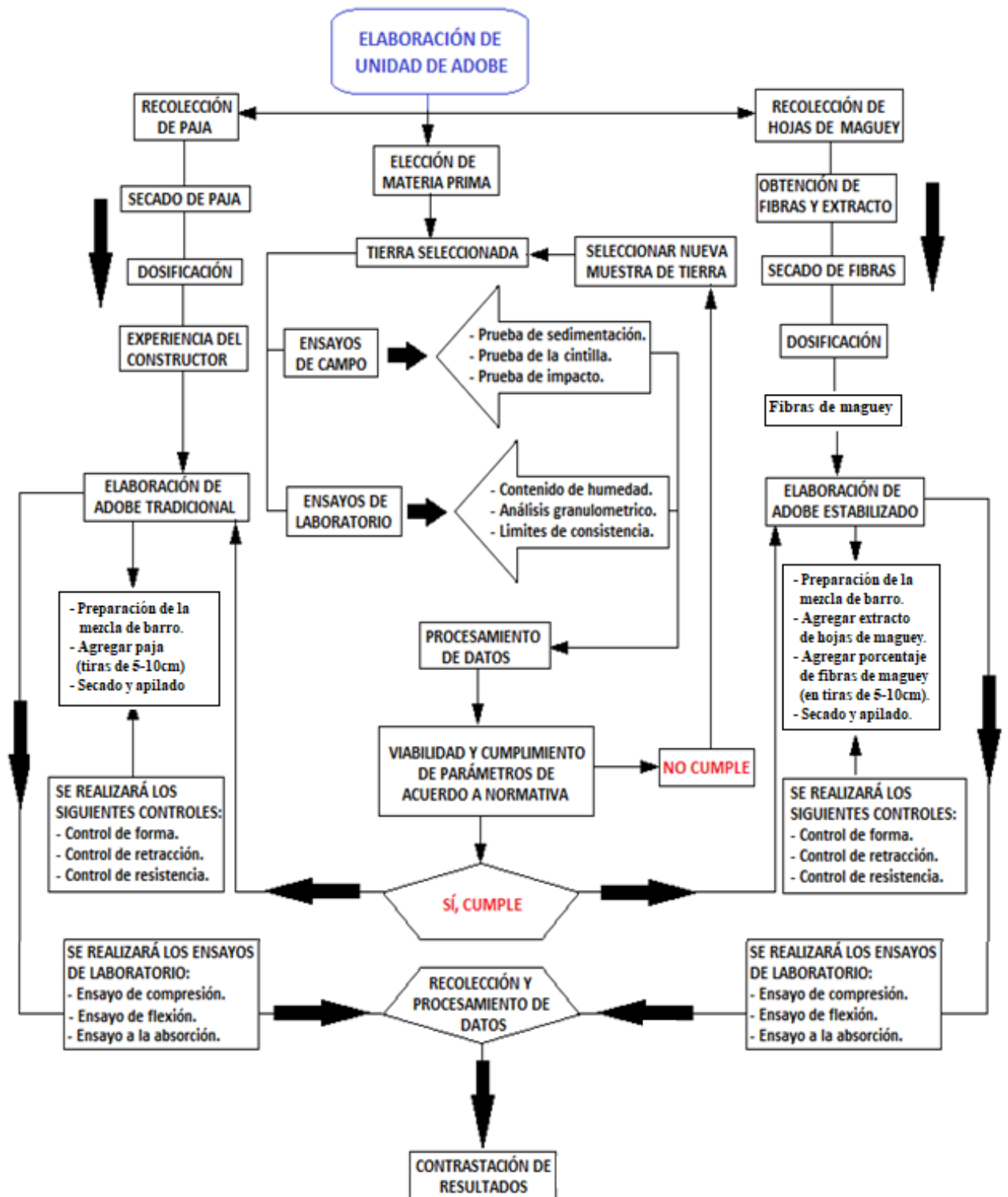
- ✚ Análisis granulométrico y límites de consistencia.
- ✚ Ensayo de absorción.
- ✚ Ensayo de compresión.
- ✚ Ensayo de flexo compresión.

**3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Para el manejo de los diversos datos obtenidos de los diferentes ensayos, se utilizó el programa Microsoft Excel 2019, considerando una ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA con un enfoque CUANTITATIVO, el cual presenta los resultados obtenidos en el campo y en el laboratorio. Llegando a obtener resultados fiables en cuanto a su correlación con los objetivos e hipótesis planteados. En ese sentido para la recolección de datos se seguirá el siguiente diagrama:

**FIGURA 5**

*Diagrama de Proceso de Elaboración de la Unidad de Adobe.*



**FUENTE:** *Elaboración Propia.*

### 3.9. Tratamiento estadístico

Para el procedimiento de análisis de datos obtenidos se siguió el procedimiento de una ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA BAJO UN ENFOQUE CUANTITATIVO. De este modo se puede responder a los objetivos e hipótesis planteadas.

### 3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

El presente estudio de investigación se plantea siguiendo las recomendaciones de las siguientes normativas nacionales e internacionales, considerando también el uso de manuales y libros especializados respecto al tema en consideración.

- ✚ Métodos para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (SUCS) (INDECOPI, 2014a, 26 de Jun.).
- ✚ Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería (INDECOPI, 2017b, 27 Dic.).
- ✚ Manual de ensayo de materiales (MTC, 2016, 27 Jun.).
- ✚ E-080 "Diseño y Construcción de Tierra Reforzada" (MVCS, 2017b, 5 de abril).
- ✚ Edificaciones Antisísmicas de Adobe - Manual de construcción (MVCS, 2010c)
- ✚ E-070 "Albañilería" (MVCS, 2006c, Marzo)
- ✚ Código de materiales de construcción de tierra de Nuevo México (NMAC 14.7.4, 2015)
- ✚ ASTM D-2487 "Clasificación de suelos para propósitos de ingeniería – SUCS" (ASTM D-2487, 2011, Mayo).
- ✚ Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques (UNE 41410, 2008, Dic.).
- ✚ Diseño de sistemas de construcción con muros de tierra (ASTM E-2392 M-10, 2016, Set.).

En cuanto a los estudios de laboratorio, estas se realizaron en la empresa ZEMCO INGENIEROS S.A.C. (Laboratorio de ensayo de mecánica de suelos, materiales y concreto).

En cuestiones del desarrollo del presente informe del proyecto de investigación, esta se rige por los lineamientos estipulados dentro del reglamento de Grados y Títulos de la UNDAC (Resolución de Consejo Universitario N° 0342-2022,21 abril), con el cual se pretende en lo mínimo evitar el tema del plagio, citando cada autor, manual, normativa, libros, revista, entre otros que se hacen referencia en el presente informe.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1. Descripción del trabajo de campo

##### *4.1.1. Ubicación del proyecto de investigación.*

**a) Ubicación:** El distrito de Yanahuanca se encuentra ubicado en el departamento de Pasco, con una altitud de 3,178 m.s.n.m. y con un área de 74 500 hectáreas.

**b) Coordenadas geográficas:**

Latitud: 10° 29' 29" Sur

Longitud: 76° 31' 0" Oeste

**c) Distritos que limitan:**

**Norte:** Distrito de San Pedro de Pillao

**Sur:** Distrito de Simón Bolívar

**Este:** Distrito de Vilcabamba

**Oeste:** Distrito de Ayón – Departamento de Lima

## ILUSTRACIÓN 47

*Mapa Distrital de la Provincia Daniel Alcides Carrión.*



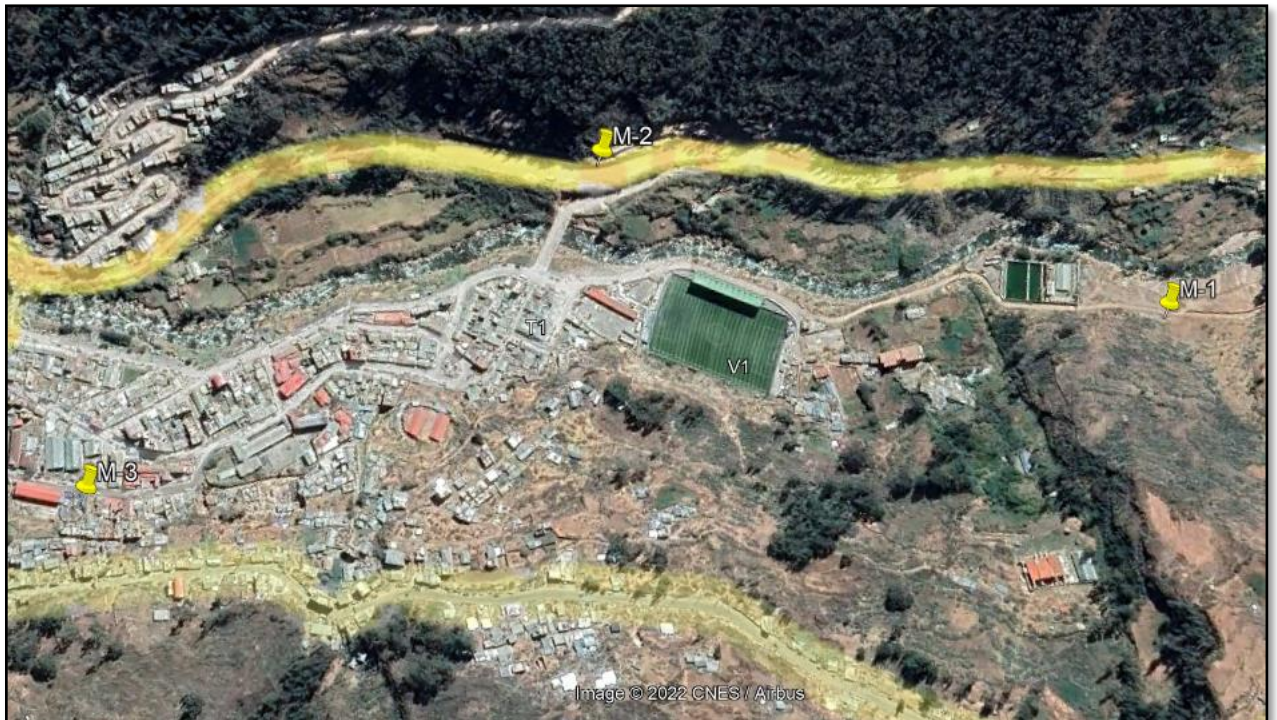
FUENTE: COER PASCO (2020).

### **4.1.2. Recolección del suelo a emplear para la fabricación de bloques de adobe.**

Para iniciar con los trabajos previos de campo, se identificaron lugares apropiados para poder extraer el suelo como materia prima para la fabricación de unidades de adobe, en ese sentido se determinó 3 lugares de extracción de suelos, los cuales se encuentran dentro del área de estudio, para ello, se extrajo una porción de suelo para poder ser analizado con ensayos tacto-visuales y ensayos de campo, y así tener más veracidad del suelo a usar para la fabricación de unidades de adobe.

#### ILUSTRACIÓN 48

Ubicación de los puntos de recolección de las muestras de suelo dentro del área de Yanahuanca.



**FUENTE:** *Elaboración propia.*

Donde:

M-1 = Primera zona de recolección.

M-2 = Segunda zona de recolección.

M-3 = Tercera zona de recolección.

#### **a) Ensayos tacto visuales:**

Para este ensayo se siguieron los procedimientos mencionados en el acápite 2.2.1.6.2. del presente informe.

**FIGURA 6**

*Muestras de suelo recolectadas para ensayo tacto - visual.*



**FUENTE:** *Elaboración propia.*

**TABLA 27**

Ensayo Tacto Visual

DESCRIPCIÓN DE ENSAYO	M-1	M-2	M-3
a) Prueba de olor	No tiene olor	No tiene olor	Poco olor
b) Prueba de color	Rojizo	Amarillento	Plomizo
c) Prueba de brillo	Brillante	Opaco	Leve brillo
d) Prueba de mordedura	Chirría levemente	Se muele y chirría fuerte	Chirría levemente
e) Prueba de lavado de manos	Queda una película y no se escurre fácilmente	No es pegajosa y es fácil de quitar	Queda una película

**FUENTE:** *Elaboración propia.*

De la tabla 27 se llegó a concluir que la muestra M-1 es el más adecuado para la utilización en la fabricación de bloques de adobe.




**b) Ensayos de campo:**

Para este ensayo se siguieron los procedimientos ya mencionados en el acápite 2.2.1.6.1. del presente informe.



**TABLA 28**

*Ensayos de Campo*

DESCRIPCIÓN		MUESTRAS DE SUELO		
ENSAYO DE CAMPO	N° PRUEBA	M-1	M-2	M-3
<b>a) Prueba de sedimentación o decantación de partículas</b>				
	1	Se observa que el suelo está conformado por arcilla, limo y arena.	Se observa que el suelo está conformado por arcilla, limo y arena.	Se observa que el suelo está conformado por arcilla y limo.
	<b>Suelo para adobe</b>		Optimo	No optimo
<b>b) Prueba de cintilla o cinta de barro.</b>				
	1	11 cm	7 cm	12 cm
	2	9.5 cm	4 cm	7 cm
	3	14 cm	6.5 cm	14 cm
<b>Flexibilidad de suelo</b>				
<b>c) Prueba de impacto de la bola húmeda o de resistencia seca.</b>				
	1	Se rompió con dificultad	Se rompió con dificultad	Se rompió con dificultad
	2	No se rompió	Se rompió con facilidad	Se rompió con dificultad
	3	Se rompió con dificultad	Se rompió con facilidad	Se rompió con dificultad
	4	No se rompió	Se rompió con facilidad	No se rompió
	5	Se rompió con dificultad	Se rompió con facilidad	Se rompió con dificultad
	6	No se rompió	Se rompió con facilidad	No se rompió
<b>Flexibilidad de suelo</b>				
		Optimo	No apto	Optimo
<b>d) Prueba de la pastilla (prueba de disco)</b>				
	Prueba 1	Se aplasto con dificultad	Se aplasto con facilidad	Se aplasto con dificultad
	Prueba 2	Se aplasto con dificultad	Se aplasto con facilidad	Se aplasto con facilidad
	Prueba 3	Se aplasto con dificultad	Se aplasto con facilidad	Se aplasto con dificultad
	Prueba 4	Se aplasto con dificultad	Se aplasto con facilidad	Se aplasto con dificultad

FUENTE: *Elaboración propia.*

De los ensayos mencionados se llegó a determinar y concluir, que la M-1 (muestra de la primera zona de recolección), es el más óptimo para ser empleado como material base para la fabricación de unidades de adobe.

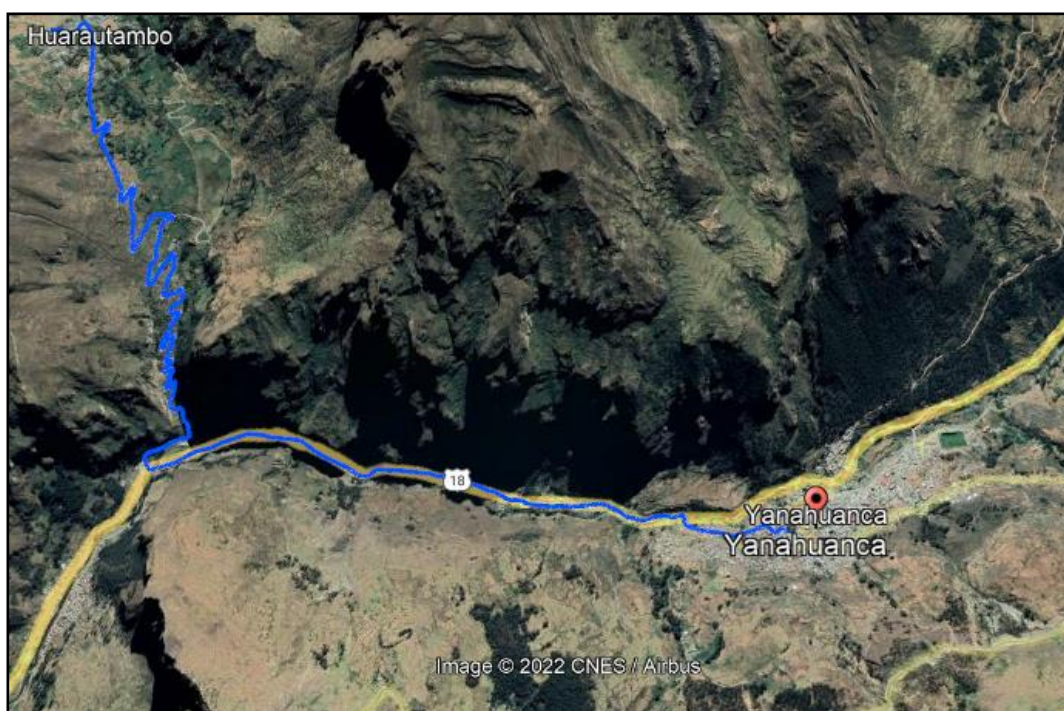
#### **4.1.3. Recolección de fibras naturales**

##### **a) Proceso de obtención de la paja:**

Para la recolección de la paja a utilizar para la fabricación de adobes comunes se tuvo que movilizarse hasta la localidad de Huarautambo (15 min de la ciudad de Yanahuanca), de allí caminar unos 5 min hasta el lugar de recolección.

#### **FIGURA 7**

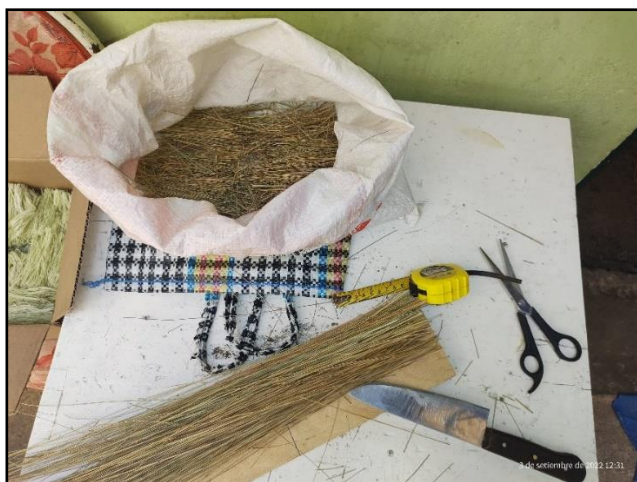
*Recorrido de 7km para extracción de paja.*



**FUENTE:** *Elaboración propia.*

#### **ILUSTRACIÓN 49**

*Cortado de la paja de acuerdo a las dimensiones y proporciones a necesidad del proyecto.*



**FUENTE:** *Elaboración propia.*

Para la recolección de las fibras y extracto de maguey se ubicó un lugar de extracción dentro del ámbito de estudio, para su posterior cortado de las hojas y poder ser tratadas adecuadamente para la obtención de fibras y extracto, los cuales fueron usados en ciertos porcentajes para reemplazar a la paja y poder mejorar las cualidades idóneas del adobe que se usa en el ámbito de estudio.

#### **ILUSTRACIÓN 50**

*Lugar de extracción de hojas de maguey.*



**FUENTE:** *Elaboración propia.*

**b) Proceso de obtención de fibras y extracto de maguey:**

Para este proceso se requirieron las siguientes herramientas manuales.

- Oz
- Machete
- Cuchillo de cocina
- Rafia
- Guantes de badana
- Guantes de jebe
- Combite
- Baldes
- Escobillón metálico

Proceso de obtención de las fibras y extracto de hojas de maguey de acuerdo a la necesidad del proyecto.



1. Recolección de hojas de maguey



2. Recolección de hojas de maguey



3. Cortado y llenado en baldes de las hojas de maguey para que se mantengan frescas.



4. Machacado y peinado de las hojas de maguey, para la obtención de fibras.



5. Lavado y peinado de las fibras de maguey obtenidas.



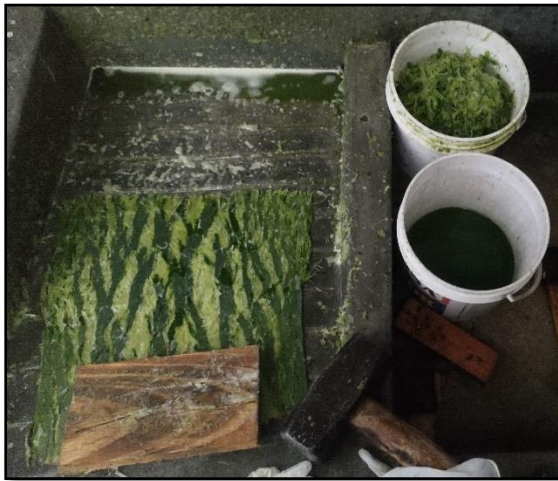
6. Tendido y secado de las fibras de maguey.



7. Cortado de las fibras de acuerdo a las dimensiones y proporciones requeridas para el proyecto.



8. Obtención del extracto de las hojas de maguey



9. Proceso de obtención del extracto de hojas de maguay.



10. Obtención y pesado del extracto obtenido para su posterior maceración.

#### 4.1.4. Elaboración de adoberas

Las adoberas fueron fabricadas de acuerdo a las dimensiones estipuladas por la normativa para ensayos de compresión, flexión y absorción.

#### ILUSTRACIÓN 51

*Adoberas a usar para el proyecto.*



**FUENTE:** *Elaboración propia.*

**TABLA 29**

*Dimensiones de adoberas para el proyecto.*

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES DE ADOBERAS		
	ANCHO (m)	LARGO (m)	ALTO (m)
PRUEBA DE COMPRESIÓN	0.11	0.11	0.15
PRUEBA DE FLEXIÓN	0.16	0.32	0.16
PRUEBA DE INMERSIÓN	0.13	0.27	0.11

**FUENTE:** *Elaboración propia.*

#### 4.1.5. Fabricación de unidades de adobe

##### a) Proporción de suelo a recolectar de acuerdo a la necesidad del proyecto:

TABLA 30

*Cálculo de volumen de suelo a requerir para el proyecto.*

DESCRIPCIÓN	RECOLECTAR SUELO PARA MUESTRAS			
	VOLUMEN TOTAL (m3)	# DE LAMPAS	# DE BALDES	# DE BUGUIES
PRUEBA DE COMPRESIÓN	0.0939	17.09	3.48	0.85
PRUEBA DE FLEXIÓN	0.4239	77.16	15.69	3.82
PRUEBA DE INMERSIÓN	0.1924	35.02	7.12	1.73
<b>TOTAL</b>	<b>0.7103</b>	<b>129.27</b>	<b>26.28</b>	<b>6.39</b>

FUENTE: *Elaboración propia.*

Del cuadro 30 se concluye que es necesario recolectar 0.713m<sup>3</sup> de suelo ya clasificado para la elaboración de las unidades de adobe.

##### ILUSTRACIÓN 52

*Recolección del suelo.*



FUENTE: *Elaboración propia.*

##### b) Proporciones de materiales a usar:

Para los cálculos de las proporciones de agua y suelo nos ayudaremos de un balde de pintura, teniendo en cuenta las recomendaciones dadas en el reglamento E-080 (MVCS, 2017b, 5 de abril) y lo recomendado por (Blondet, et al., 2010) en su manual denominado “Manual de construcción con adobe reforzado con geomallas”, el cuál da proporciones: Para 5 latas de barro, 1 lata

de arena gruesa, 1 lata de paja de 5cm de largo y 1/2 lata de agua. Cabe mencionar que la normativa E-080 (MVCS, 2017b, 5 de abril) menciona que la cantidad de agua requerida para moldear las unidades de adobe no debe pasar del 20% respecto al peso seco.

**TABLA 31**

*Proporción de materiales para adobes con paja.*

I. PROPORCIÓN DE MATERIALES PARA UNIDADES DE ADOBE CON PAJA (EN YHCA)					
<b>BALDE DE BARRO</b>	<b>5</b>	<b>:</b>	<b>1</b>	<b>BALDE DE PAJA</b>	
<b>CANTIDAD BALDES</b>	<b>SUELO (kg)</b>	<b>% FACTOR</b>	<b>SUELO TOTAL (KG)</b>	<b>SUELO SECO</b>	<b>BALDE PAJA (kg)</b>
5	30.275	1.5	45.4125	37.7273	0.2450
<b>BALDES SUELO A USAR</b>		<b>BALDES DE PAJA A USAR</b>		<b>% PAJA</b>	<b>PESO PAJA A USAR</b>
7.5		1.00		0.65%	0.2452
<b>% AGUA</b>	<b>PESO A. (kg)</b>	<b>% EXTRACTO</b>	<b>PESO Ex. (kg)</b>	<b>% FIBRA</b>	<b>BALDE FIBRA (kg)</b>
18%	8.17	0%	0	0.00%	0.000
<b>BALDES DE AGUA A USAR</b>		<b>BALDES DE EXTRACTO A USAR</b>		<b>PESO FIBRA A USAR</b>	<b>BALDES A USAR</b>
2		0		0.00	0.00

**FUENTE:** *Elaboración propia.*

**TABLA 32**

*Proporción de materiales para adobes con adición de 0.27% de fibras y 50% de extracto de maguey.*

II. PROPORCIÓN DE MATERIALES PARA UNIDADES DE ADOBE CON FIBRA Y EXTRACTO DE MAGUEY					
<b>BALDE DE BARRO</b>	<b>5</b>	<b>:</b>	<b>1</b>	<b>BALDE DE FIBRA</b>	
<b>CANTIDAD BALDES</b>	<b>SUELO (kg)</b>	<b>% FACTOR</b>	<b>SUELO TOTAL (KG)</b>	<b>SUELO (Kg)</b>	<b>BALDE PAJA (kg)</b>
5	30.275	1.5	45.4125	37.7273	0.0000
<b>BALDES SUELO A USAR</b>		<b>BALDES DE PAJA A USAR</b>		<b>% PAJA</b>	<b>PESO PAJA A USAR</b>
7.5		0.00		0.00%	0.0000
<b>% AGUA</b>	<b>PESO A. (kg)</b>	<b>% EXTRACTO</b>	<b>PESO E. (kg)</b>	<b>% FIBRA</b>	<b>BALDE FIBRA (kg)</b>
9%	4.09	9%	4.087125	0.27%	0.1000
<b>BALDES DE AGUA A USAR</b>		<b>BALDES DE EXTRACTO A USAR</b>		<b>PESO FIBRA A USAR</b>	<b>BALDES A USAR</b>
1		1		0.1019	1.02

**FUENTE:** *Elaboración propia.*



**TABLA 33**

Proporción de materiales para adobes con adición de 0.13% de fibras y 50% de extracto de maguey.

III. PROPORCIÓN DE MATERIALES PARA UNIDADES DE ADOBE CON FIBRA Y EXTRACTO DE MAGUEY					
BALDE DE BARRO	5	:	1	BALDE DE FIBRA	
CANTIDAD BALDES	SUELO (kg)	% FACTOR	SUELO TOTAL (Kg)	SUELO (Kg)	BALDE PAJA (kg)
5	30.275	1.5	45.4125	37.7273	0.0000
BALDES SUELO A USAR		BALDES DE PAJA A USAR		% PAJA	PESO PAJA A USAR
7.5		0.00		0.00%	0.0000
% AGUA	PESO A. (kg)	% EXTRACTO	PESO E. (kg)	% FIBRA	BALDE FIBRA (kg)
9%	4.09	9%	4.087125	0.13%	0.1000
BALDES DE AGUA A USAR		BALDES DE EXTRACTO A USAR		PESO FIBRA A USAR	BALDES A USAR
1		1		0.0490	0.49

FUENTE: Elaboración propia.

En ese sentido la cantidad de material necesario para la elaboración de las unidades de adobe a requerir de acuerdo a la población planteado es la siguiente.

**TABLA 34**

Cantidad de material usado para la elaboración de abobes con paja.

I. PARA MUESTRAS CON PAJA	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
PALAS	52
BALDES DE PAJA	6.9
BALDES DE AGUA (18%)	13.2

FUENTE: Elaboración propia.

**TABLA 35**

Cantidad de material usado para la elaboración de abobes con adición de 0.27% de fibra y 50% de extracto de maguey.

II. PARA MUESTRAS CON FIBRA Y EXTRACTO	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
PALAS	52
BALDES DE FIBRA (0.27%)	7.06
BALDES DE EXTRACTO (9%)	6.57
BALDES DE AGUA (9%)	6.58

FUENTE: Elaboración propia.

**TABLA 36**

Cantidad de material usado para la elaboración de abobes con adición de 0.13% de fibra y 50% de extracto de maguey.

III. PARA MUESTRAS CON FIBRA Y EXTRACTO	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
PALAS	52
BALDES DE FIBRA (0.13%)	3.40
BALDES DE EXTRACTO (9%)	6.57
BALDES DE AGUA (9%)	6.58

FUENTE: *Elaboración propia.*

**c) Elaboración de unidades de adobe**

PREPARACIÓN DE UNIDADES DE ADOBE CON PAJA (MUESTRAS TIPO A) UNIDADES DE CONTROL	
	
<p>1. Proporción de materiales a usar de acuerdo a tabla 32.</p>	<p>2. Combinación del agua con el suelo y dejar reposar.</p>
	
<p>3. Mezcla de barro dormido.</p>	<p>4. Combinado para obtener mejor homogeneidad de la mezcla.</p>



5. Comprobación del contenido de humedad mínima para la mezcla.



6. Se comprobó que el contenido de humedad es óptimo.



7. Surtido de la paja de 5cm de longitud en toda la mezcla, distribuyéndola homogéneamente.



8. Culminación de elaboración de unidades de adobe con paja.

**PREPARACIÓN DE UNIDADES DE ADOBE CON ADICIÓN DE 0.27% DE FIBRA Y 50% DE EXTRACTO DE MAGUEY (MUESTRAS TIPO B)**



1. Proporción de materiales a utilizar de acuerdo a la tabla 33.



2. combinación del extracto de maguey y el agua para el mezclado con el suelo y posterior dejar reposar.



3. Combinación de la mezcla de suelo, extracto y agua.



4. Adición de fibras de maguey cortadas cada 5cm de acuerdo a la proporción de la tabla 36.



5. Adición de fibras de maguey cortadas cada 5cm de acuerdo a la proporción de la tabla 36.



6. Culminado de la elaboración de unidades de adobe con adición de 0.27% de fibras y 50% de extracto de maguey.

**PREPARACIÓN DE UNIDADES DE ADOBE CON ADICIÓN DE 0.13% DE FIBRA Y 50% DE EXTRACTO DE MAGUEY (MUESTRAS TIPO C)**



1. Proporción de materiales para la elaboración de unidades de adobe.



2. Combinación del agua y el extracto para dejar reposar el suelo.

	
<p>3. Mezcla de suelo, agua y extracto al 50%.</p>	<p>4. Distribución homogénea de fibras de maguey de 5cm de longitud.</p>
	
<p>5. Distribución homogénea de fibras de maguey de 5cm de longitud.</p>	<p>6. Culminación de fabricación de unidades de adobe con adición de 0.13% de fibras y 50% de extracto de maguey</p>

De todas las muestras elaboradas y fabricadas en el ámbito de estudio, tanto de unidades de adobe con paja como unidades de adobe con adición fibras y extracto, se terminó escogiendo las 6 mejores muestras de cada ensayo a realizar, siguiendo las recomendaciones del reglamento E-080 ( (MVCS, 2017b, 5 de abril), de este modo una vez culminado sus días de secado se trasladó al laboratorio para ser analizados.

#### 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Para el desarrollo de los ensayos de laboratorio, las muestras se trasladaron al laboratorio ZEMCO INGENIEROS S.A.C. Para mayor veracidad del estudio se anexa los certificados de cada ensayo realizado.

#### 4.2.1. Resultados de laboratorio.

##### a) Prueba de compresión de unidades de adobe.

De los ensayos de laboratorio se obtuvo los siguientes resultados.

**TABLA 37**

*Ensayo de compresión de la unidad de adobe con paja.*

IDENTIFICACION	COMPUESTO	EDAD (DIAS)	PESO (g)	A (cm <sup>2</sup> )	CARGA APLICADA (kg)	ESFUERZO (C) (Kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO (Mpa)
2A-1	Adobe con Paja - Comun (A)	28	3007	112.35	1,801	16.03	1.57
2A-2	Adobe con Paja - Comun (A)	28	2749	114.48	1,819	15.89	1.56
2A-3	Adobe con Paja - Comun (A)	28	2979	121.00	1,974	16.31	1.60
2A-4	Adobe con Paja - Comun (A)	28	2905	118.80	1,745	14.69	1.44
2A-5	Adobe con Paja - Comun (A)	28	2975	119.90	1,996	16.65	1.63
2A-6	Adobe con Paja - Comun (A)	28	2883	124.30	2,040	16.41	1.61

FUENTE: ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

**TABLA 38**

*Ensayo de compresión de la unidad de adobe con adición de 0.27% de fibra y 50% de extracto de maguay.*

IDENTIFICACION	COMPUESTO	EDAD (DIAS)	PESO (g)	A (cm <sup>2</sup> )	CARGA APLICADA (kg)	ESFUERZO (C) (Kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO (Mpa)
2B-1	Adobe con 0.27% de Fibra y 50% de Extracto de Maguay (B)	28	3039	109.20	2,576	23.59	2.31
2B-2	Adobe con 0.27% de Fibra y 50% de Extracto de Maguay (B)	28	3118	110.25	3,005	27.26	2.67
2B-3	Adobe con 0.27% de Fibra y 50% de Extracto de Maguay (B)	28	3111	113.40	2,572	22.68	2.22
2B-4	Adobe con 0.27% de Fibra y 50% de Extracto de Maguay (B)	28	3147	114.49	2,647	23.12	2.27
2B-5	Adobe con 0.27% de Fibra y 50% de Extracto de Maguay (B)	28	3123	114.48	2,615	22.84	2.24
2B-6	Adobe con 0.27% de Fibra y 50% de Extracto de Maguay (B)	28	3054	117.72	2,914	24.75	2.43

FUENTE: ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

**TABLA 39**

*Ensayo de compresión de la unidad de adobe con adición de 0.13% de fibra y 50% de extracto de maguey.*

IDENTIFICACION	COMPUESTO	EDAD (DIAS)	PESO (g)	A (cm <sup>2</sup> )	CARGA APLICADA (kg)	ESFUERZO (C) (Kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO (Mpa)
2C-1	Adobe con 0.13% de Fibra y 50% de Extracto de Maguey(C)	28	3084	110.25	2,412	21.88	2.14
2C-2	Adobe con 0.13% de Fibra y 50% de Extracto de Maguey(C)	28	3055	112.36	2,495	22.21	2.18
2C-3	Adobe con 0.13% de Fibra y 50% de Extracto de Maguey(C)	28	3104	110.25	2,357	21.38	2.10
2C-4	Adobe con 0.13% de Fibra y 50% de Extracto de Maguey (C)	28	2992	113.40	2,251	19.85	1.95
2C-5	Adobe con 0.13% de Fibra y 50% de Extracto de Maguey (C)	28	3119	113.42	2,238	19.73	1.93
2C-6	Adobe con 0.13% de Fibra y 50% de Extracto de Maguey (C)	28	3060	114.40	2,312	20.21	1.98

FUENTE: ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

### b) Prueba de flexo compresión de unidades de adobe

De los ensayos de laboratorio se obtuvo los siguientes resultados:

**TABLA 40**

*Ensayo de flexo compresión de unidades de adobe con paja.*

IDENTIFICACION	ELABORACION	EDAD (DIAS)	TIPO DE CURADO	MASA (g)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (mm)	ANCHO POR MEDIO (mm)	ALTURA PROMEDIO (mm)	CARGA APLICADA (kN)	ESFUERZO (Mpa)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )
1A-1	Adobe con Paja - Comun (A)	28	AL SOL	12330.00	250.00	155.6	139.82	3.805	4.69	47.82
1A-2	Adobe con Paja - Comun (A)	28	AL SOL	12350.00	250.00	158.86	138.78	3.675	4.50	45.89
1A-3	Adobe con Paja - Comun (A)	28	AL SOL	12015.00	250.00	153.53	133.36	3.605	4.95	50.48
1A-4	Adobe con Paja - Comun (A)	28	AL SOL	12409.00	250.00	157.49	141.96	3.485	4.12	42.01
1A-5	Adobe con Paja - Comun (A)	28	AL SOL	12082.00	250.00	157.76	133.33	3.89	5.2	53.03
1A-6	Adobe con Paja - Comun (A)	28	AL SOL	12262.00	250.00	155.32	137.60	3.695	4.71	48.03

FUENTE: ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

**TABLA 41**

Ensayo de flexo compresión de unidades de adobe con adición de 0.27% de fibra y 50% de extracto de maguey.

IDENTIFICACION	ELABORACION	EDAD (DIAS)	TIPO DE CURADO	MASA (g)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (mm)	ANCHO POR MEDIO (mm)	ALTURA PROMEDIO (mm)	CARGA APLICADA (kN)	ESFUERZO (Mpa).	ESFUERZO (kg/cm2).
1B-1	Adobe con 0.27% de Fibra y 50% Extracto de Maguey (B)	28	AL SOL	12590.00	250.00	152.82	143.01	5.485	6.58	67.1
1B-2	Adobe con 0.27% de Fibra y 50% Extracto de Maguey (B)	28	AL SOL	12391.00	250.00	163.52	139.38	5.085	6.00	61.18
1B-3	Adobe con 0.27% de Fibra y 50% Extracto de Maguey (B)	28	AL SOL	12977.00	250.00	156.96	148.04	7.925	8.64	88.1
1B-4	Adobe con 0.27% de Fibra y 50% Extracto de Maguey (B)	28	AL SOL	11998.00	250.00	157.37	132.00	6.875	9.4	95.85
1B-5	Adobe con 0.27% de Fibra y 50% Extracto de Maguey (B)	28	AL SOL	12235.00	250.00	156.37	134.00	4.315	5.76	58.74
1B-6	Adobe con 0.27% de Fibra y 50% Extracto de Maguey (B)	28	AL SOL	12950.00	250.00	157.3	145.52	5.455	6.14	62.61

FUENTE: ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

**TABLA 42**

Ensayo de flexo compresión de unidades de adobe con adición de 0.13% de fibra y 50% de extracto de maguey.

IDENTIFICACION	ELABORACION	EDAD (DIAS)	TIPO DE CURADO	MASA (g)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (mm)	ANCHO POR MEDIO (mm)	ALTURA PROMEDIO (mm)	CARGA APLICADA (kN)	ESFUERZO (Mpa).	ESFUERZO (kg/cm2).
1C-1	Adobe con 0.13% de Fibra y 50% Extracto de Maguey (C)	28	AL SOL	12973.00	250.00	157.01	147.43	5.615	6.17	62.92
1C-2	Adobe con 0.13% de Fibra y 50% Extracto de Maguey (C)	28	AL SOL	12692.00	250.00	154.49	147.33	5.51	6.16	62.81
1C-3	Adobe con 0.13% de Fibra y 50% Extracto de Maguey (C)	28	AL SOL	12197.00	250.00	161.87	138.60	4.825	5.82	59.35
1C-4	Adobe con 0.13% de Fibra y 50% Extracto de Maguey(C)	28	AL SOL	12735.00	250.00	154.18	148.86	5.68	6.23	63.53
1C-5	Adobe con 0.13% de Fibra y 50% Extracto de Maguey (C)	28	AL SOL	12843.00	250.00	161.25	146.18	4.365	4.75	48.44
1C-6	Adobe con 0.13% de Fibra y 50% Extracto de Maguey(C)	28	AL SOL	12876.00	250.00	158.79	146.18	4.97	5.49	55.98

FUENTE: ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

### c) Prueba de absorción de unidades de adobe

De los ensayos de laboratorio se obtuvo los siguientes resultados.

**TABLA 43**

Ensayo de absorción de unidades de adobe con paja.

ENSAYO	MÉTODO	RESULTADO	REPORTE DE ENSAYO N°
01.01. PROPIEDAD FISICA	NTP-399-613	Adobe con Paja - Comun (A) = ----	PF.ZI001.22

FUENTE: ZEMCO INGENIEROS S.A.C.



**TABLA 44**

**Ensayo de absorción de unidades con adición de fibra y extracto de maguey.**

ENSAYO	MÉTODO	RESULTADO	REPORTE DE ENSAYO N°
01.01. PROPIEDAD FISICA	NTP-399-613	Absorción (%) / 0.27 % de Fibra-50 % de Extracto (B) = 15.49	PF.ZI001.22
01.02. PROPIEDAD FISICA	NTP-399-613	Absorción (%) / 0.13% de Fibra-50 % de Extracto (C) = 14.88	PF.ZI002.22

FUENTE: ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

**d) Ensayo de clasificación de suelo**

De los ensayos de laboratorio se obtuvo los siguientes resultados:

**TABLA 45**

Ensayo de clasificación de suelos y límites de consistencia.

ENSAYO	MÉTODO	RESULTADO	REPORTE DE ENSAYO N°
01.01 - Análisis Granulométrico por Tamizado	ASTM D6913/D6913M-17	Fracción Retenida del Suelo T # 3' = 0.0      T # N° 20 = 8.12 T # 2' = 0.0      T # N° 40 = 9.73 T # 1 1/2' = 76.3      T # N° 60 = 12.31 T # 1' = 321.5      T # N° 100 = 15.64 T # 3/4' = 503.8      T # N° 140 = 10.22 T # 3/8' = 324.3      T # N° 200 = 7.61 T # N° 4 = 218.0      T <# N°200 = 22.54 T # N° 10 = 14.23	AG.ZI001.22
01.02 - Limite Líquido, Limite Plástico e Índice de Plasticidad de Suelos	ASTM D4318-17e1	LL = 35.0 LP = 19.0 IP = 16.0	LC.ZI002.22
01.03. Clasificación de Suelos (*)	SUCS-Unificada / AASHTO	SUCS : ARENA ARCILLOSA AASHTO : A-2-6(0)	CS.ZI003.22

FUENTE: ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

**4.2.2. Análisis e interpretación de resultados**

Para el análisis e interpretación de resultados se usó el programa Excel - v19.

**a) Prueba de compresión de unidad de adobe**

De acuerdo a la normativa técnica E-080 (MVCS, 2017b, 5 de abril) menciona que se deben de tomar los 4 mejores resultados de 6 ensayos realizados para poder sacar el promedio, el cual debe ser mayor o igual a la resistencia última indicada en la norma, el cual vendría a ser:

$$f_0 = 1.0MPa = 10.2kgf$$

En ese sentido se presenta el siguiente resultado:

**TABLA 46**

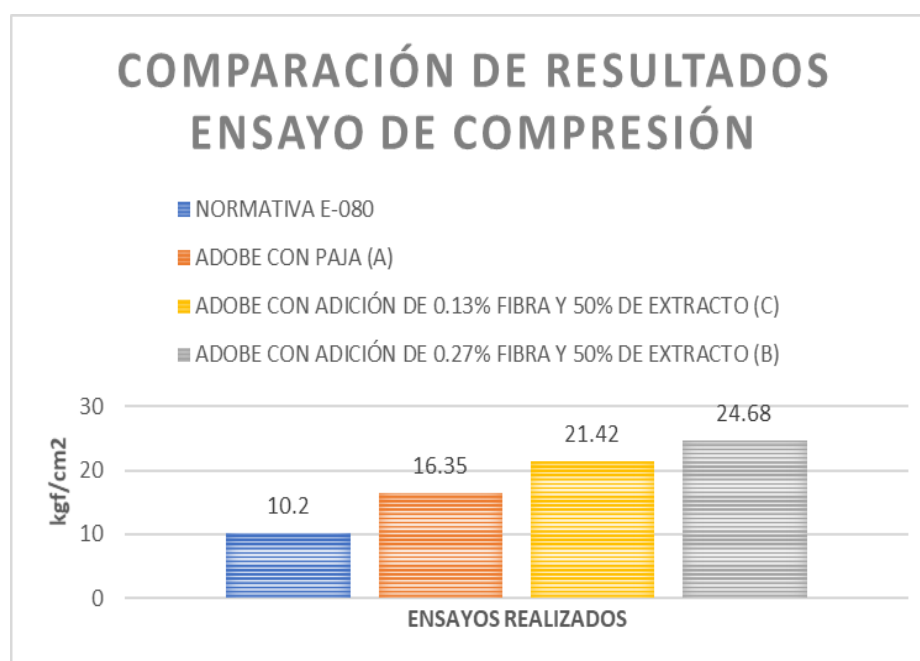
*Análisis de resultados del ensayo de compresión de la unidad de adobe.*

DESCRIPCIÓN	ADOBE CON PAJA (A)		ADOBE CON ADICIÓN DE 0.27% FIBRA Y 50% DE EXTRACTO (B)		ADOBE CON ADICIÓN DE 0.13% FIBRA Y 50% DE EXTRACTO (C)	
	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO (Mpa)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO (Mpa)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO (Mpa)
4 mejores valores E-080						
1er VALOR	16.65	1.63	27.26	2.67	22.21	2.18
2do VALOR	16.41	1.61	24.75	2.43	21.88	2.14
3er VALOR	16.31	1.6	23.59	2.31	21.38	2.1
4to VALOR	16.03	1.57	23.12	2.27	20.21	1.98
<b>PROMEDIO</b>	<b>16.35</b>	<b>1.60</b>	<b>24.68</b>	<b>2.42</b>	<b>21.42</b>	<b>2.10</b>

FUENTE: *Elaboración propia.*

**FIGURA 8**

*Diagrama de barras comparativas - Ensayo de compresión.*



FUENTE: *Elaboración propia.*

De acuerdo a los datos obtenidos en el laboratorio y analizado el promedio de los mismos, se llega a concluir, que la resistencia a compresión de los especímenes va en forma creciente, considerando que el adobe de control (adobes con paja) tienen una resistencia a compresión de 16.35kg/cm<sup>2</sup>, el cual es mayor a lo estipulado en la norma técnica (10.2kgf/cm<sup>2</sup>) y los adobes con adición de 0.27% de fibras y 50% de extracto nos dan un valor promedio de 24.68kg/cm<sup>2</sup> y los adobes con adición de 0.13% de fibras y 50% de extracto

nos dan un valor promedio de 21.42kgf/cm<sup>2</sup>, los cuales son muy favorables en comparación a la normativa y al adobe tradicional con paja (el cual vendría a ser nuestra muestra de control)

## b) Prueba de flexo compresión de unidad de adobe

De acuerdo a la normativa técnica E-080 (MVCS, 2017b, 5 de abril) menciona que se deben de tomar los 4 mejores resultados de 6 ensayos realizados para poder sacar el promedio, el cual debe ser mayor o igual a la resistencia ultima, que es 0.81 kgf/cm<sup>2</sup> ó 0.08Mpa. En ese sentido se presenta los siguientes resultados de ensayo.

**TABLA 47**

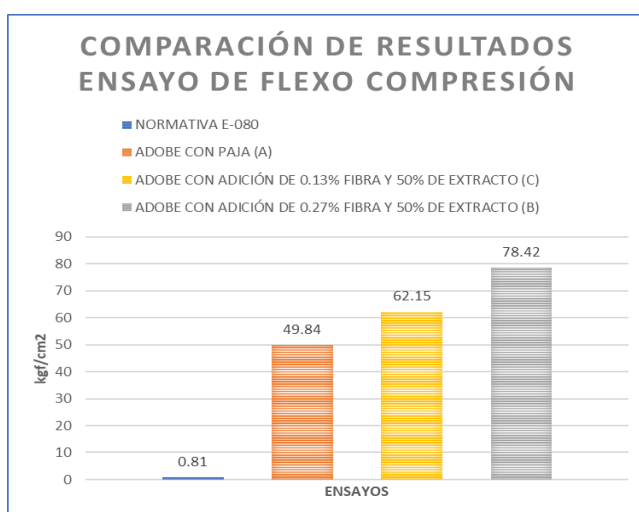
Análisis de resultados del ensayo de flexo compresión de la unidad de adobe

DESCRIPCIÓN	ADOBE CON PAJA (A)		ADOBE CON ADICIÓN DE 0.27% FIBRA Y 50% DE EXTRACTO (B)		ADOBE CON ADICIÓN DE 0.13% FIBRA Y 50% DE EXTRACTO (C)	
<i>4 mejores valores E-080</i>	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO (Mpa)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO (Mpa)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO (Mpa)
<b>1er VALOR</b>	53.03	5.2	95.85	9.4	63.53	6.23
<b>2do VALOR</b>	50.48	4.95	88.1	8.64	62.92	6.17
<b>3er VALOR</b>	48.03	4.71	67.1	6.58	62.81	6.16
<b>4to VALOR</b>	47.82	4.69	62.61	6.14	59.35	5.82
<b>PROMEDIO</b>	<b>49.84</b>	<b>4.89</b>	<b>78.415</b>	<b>7.69</b>	<b>62.1525</b>	<b>6.10</b>

FUENTE: *Elaboración propia.*

**FIGURA 9**

Diagrama de barras comparativas - Ensayo de flexo compresión.



FUENTE: *Elaboración propia.*

De acuerdo a los datos obtenidos en el laboratorio y analizado el promedio de los mismos, se llega a concluir, que la resistencia a flexo compresión de los especímenes va en forma creciente, considerando que el adobe de control (adobes con paja) tienen una resistencia de 49.84kg/cm<sup>2</sup>, el cual es mayor a lo estipulado en la norma técnica (0.81kgf/cm<sup>2</sup>) y los adobes con adición de 0.27% de fibras y 50% de extracto nos dan un valor promedio de 78.42kg/cm<sup>2</sup> y los adobes con adición de 0.13% de fibras y 50% de extracto nos dan un valor promedio de 62.15kgf/cm<sup>2</sup>, los cuales son muy favorables en comparación a la normativa y al adobe tradicional con paja (el cual vendría a ser nuestra muestra de control)

**c) Prueba de absorción de unidad de adobe.**

De acuerdo a la normativa técnica 399.613 (INDECOPI, 2017b, 27 Dic.) y la normativa E-070 (MVCS, 2006c, Marzo) menciona que la absorción en las unidades de arcilla y sílico calcáreo no debe ser mayor del 22%. En ese sentido se presenta los siguientes datos.

**TABLA 48**

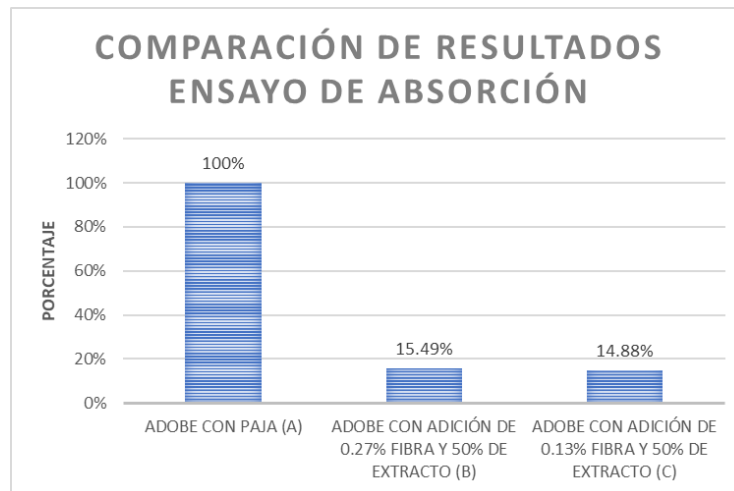
*Análisis de resultados del ensayo de absorción*

ADOBE CON PAJA (A)	ADOBE CON ADICIÓN DE 0.27% FIBRA Y 50% DE EXTRACTO (B)	ADOBE CON ADICIÓN DE 0.13% FIBRA Y 50% DE EXTRACTO (C)
100%	15.49%	14.88%

**FUENTE:** *Elaboración propia.*

**FIGURA 10**

*Diagrama de barras comparativas - Ensayo de absorción.*



**FUENTE:** *Elaboración propia.*

De acuerdo a los datos obtenidos en el laboratorio, se llega a concluir, que el porcentaje de absorción de la unidad de adobe tradicional con paja se satura completamente pasado las 24 horas, llegando a una saturación al 100%. Por lo contrario, las unidades de adobe con adición de 0.27% de fibras y 50% de extracto de maguey llegan a una absorción de 15.49% y las unidades de adobe con adición de 0.13% de fibras y 50% de extracto de maguey llegan a una absorción de 14.88%, esto quiere decir que ambas muestras con adición de fibras y extracto de maguey cumplen con la absorción mínima contemplada de 22%.

**d) Análisis de clasificación de suelos.**

De acuerdo al reglamento E-080 (2006) menciona que para las unidades de adobe se deben considerar proporciones de arcilla (10%-20%), limo (15%-25%), arena (55%-70%), por otro lado los arquitectos Manual Morales y Florencio bautista en su estudio “El comportamiento del adobe en Ayacucho” recomiendan que las proporciones para las unidades de adobe deben ser de arcilla y limo (25% - 45%), arena (55% - 75%), suelo orgánico 0.3% y en cuanto a límites de consistencia (LL= 20% - 40% y LP < 20%). En ese sentido de los

resultados obtenidos de laboratorio se tiene que el suelo en análisis es una arena arcillosa con proporciones de (grava = 30.4%, arena =54% y finos=15.6%), con un límite líquido de 35 y un límite plástico de 19. Por lo tanto, se concluye que el suelo analizado es favorable para la elaboración de unidades de adobe.

#### **4.3. Prueba de hipótesis**

De acuerdo a Saldaña (2016), nos menciona que para determinar si las pruebas de análisis son de tipología normal o exponencial, para muestreos mayores a 50 se empleara la prueba de Kolmogorov – Smirnov y para muestreos menores a 50 se empleara la prueba de Shapiro – Wilks. En ese sentido para el estudio se empleó la prueba de Shapiro – Wilks.

Para analizar y corroborar los datos del proyecto se usó el programa estadístico SPSS, desarrollándose los procesos estadísticos siguientes:

##### **Planteamiento de hipótesis.**

##### **Caso uno:**

**H<sub>0</sub>= Hipótesis nula:** Las Propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe no mejoran con la adición de 0.13% de fibras y 50% de extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca.

**H<sub>1</sub>= Hipótesis alternativa:** Las Propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe si mejoran con la adición de 0.13% de fibras y 50% de extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca.

##### **Caso dos:**

**H<sub>0</sub>= Hipótesis nula:** Las Propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe no mejoran con la adición de 0.27% de fibras y 50% de extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca.

**H<sub>1</sub>= Hipótesis alternativa:** Las Propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe si mejoran con la adición de 0.27% de fibras y 50% de extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca.

**Nivel de confianza:** Para la prueba de compresión, flexo compresión y de absorción de unidades de adobe, tanto para las unidades con paja como para las unidades con adición del 0.27% de fibra y 0.13% de fibra y extracto de maguey se trabajó bajo un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$  (5%) por tanto el nivel de confianza con el que se ha trabajado es de 95%.

**a) Prueba de compresión de unidad de adobe.**

**TABLA 49**

*Prueba estadística de acuerdo al SPSS - Ensayo de compresión.*

Descriptivos			Estadístico	Desv. Error
Adobe con paja (A)	Media		15,9967	,28377
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	15,2672	
		Límite superior	16,7261	
	Media recortada al 5%		16,0330	
	Mediana		16,1700	
	Varianza		,483	
	Desv. Desviación		,69509	
	Mínimo		14,69	
	Máximo		16,65	
	Rango		1,96	
	Rango intercuartil		,88	
	Asimetría		-1,654	,845
	Curtosis		3,155	1,741
	Adobe con 0.27% de fibras y 50% de extracto (B)	Media		24,0400
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	22,2096	
		Límite superior	25,8704	
Media recortada al 5%			23,9367	
Mediana			23,3550	
Varianza			3,042	
Desv. Desviación			1,74419	
Mínimo			22,68	
Máximo			27,26	
Rango			4,58	
Rango intercuartil			2,58	
Asimetría			1,619	,845
Curtosis			2,373	1,741
Adobe con 0.13% de fibras y 50% de extracto (C)		Media		20,8767
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	19,7414	
		Límite superior	22,0119	
	Media recortada al 5%		20,8663	
	Mediana		20,7950	
	Varianza		1,170	
	Desv. Desviación		1,08177	
	Mínimo		19,73	
	Máximo		22,21	
	Rango		2,48	
	Rango intercuartil		2,14	
	Asimetría		,147	,845
	Curtosis		-2,531	1,741

**FUENTE:** Elaboración propia.

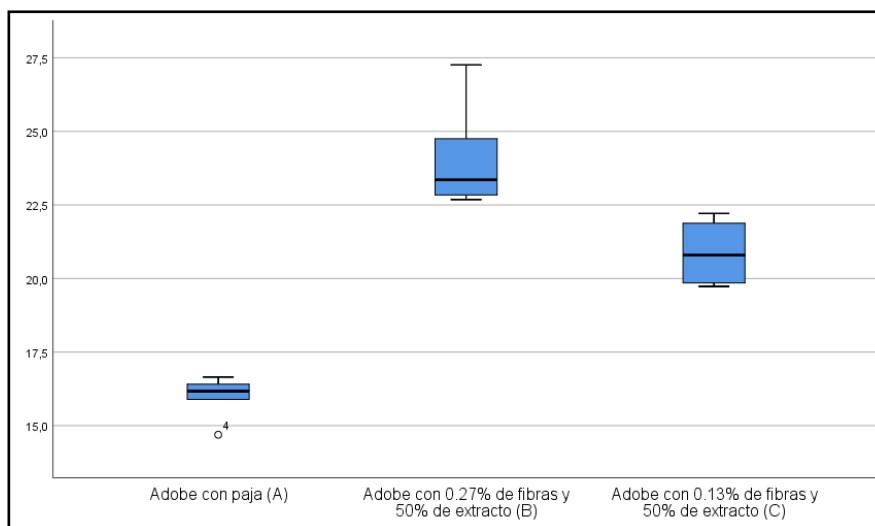
**TABLA 50***Prueba de normalidad de acuerdo a Shapiro - Wilks*

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Adobe con paja (A)	,272	6	,186	,848	6	,150
Adobe con 0.27% de fibras y 50% de extracto (B)	,268	6	,200*	,816	6	,081
Adobe con 0.13% de fibras y 50% de extracto (C)	,231	6	,200*	,879	6	,264

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

**FUENTE:** *Elaboración propia.*

De la prueba de normalidad de la tabla 50 se puede apreciar que los valores de significancia dados por la prueba de Shapiro – Wilk son mayores al nivel de significancia asignado de 0.05. Por lo cual se concluye que los datos presentan una distribución normal.

**FIGURA 11***Diagrama de cajas***FUENTE:** *Elaboración propia.*

Del diagrama de cajas se puede observar que la resistencia a la compresión de las unidades de adobe con adición de fibras y extracto de maguey tienen mejor resistencia a la compresión que el adobe con paja tradicional, el cual



también tiene una buena resistencia a la compresión, el cual es mayor a lo mencionado en el reglamento E-080.

**b) Prueba de flexo compresión de unidad de adobe**

**TABLA 51**

*Prueba estadística de acuerdo al SPSS - Ensayo de flexo compresión*

Descriptivos			Estadístico	Dev. Error
Adobe con paja (A)	Media		47,8767	1,54624
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	43,9019	
		Límite superior	51,8514	
	Media recortada al 5%		47,9163	
	Mediana		47,9250	
	Varianza		14,345	
	Desv. Desviación		3,78749	
	Mínimo		42,01	
	Máximo		53,03	
	Rango		11,02	
	Rango intercuartil		6,20	
	Asimetría		-,305	,845
	Curtosis		,388	1,741
Adobe con 0.27% de fibras y 50% de extracto (B)	Media		72,2483	6,41258
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	55,7643	
		Límite superior	88,7324	
	Media recortada al 5%		71,6876	
	Mediana		64,8100	
	Varianza		246,727	
	Desv. Desviación		15,70754	
	Mínimo		58,74	
	Máximo		95,85	
	Rango		37,11	
	Rango intercuartil		29,47	
	Asimetría		,950	,845
	Curtosis		-1,293	1,741
Adobe con 0.13% de fibras y 50% de extracto (C)	Media		58,8383	2,38749
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	52,7011	
		Límite superior	64,9756	
	Media recortada al 5%		59,1554	
	Mediana		61,0800	
	Varianza		34,201	
	Desv. Desviación		5,84813	
	Mínimo		48,44	
	Máximo		63,53	
	Rango		15,09	
	Rango intercuartil		8,98	
	Asimetría		-1,370	,845
	Curtosis		1,392	1,741

**FUENTE:** Elaboración propia.

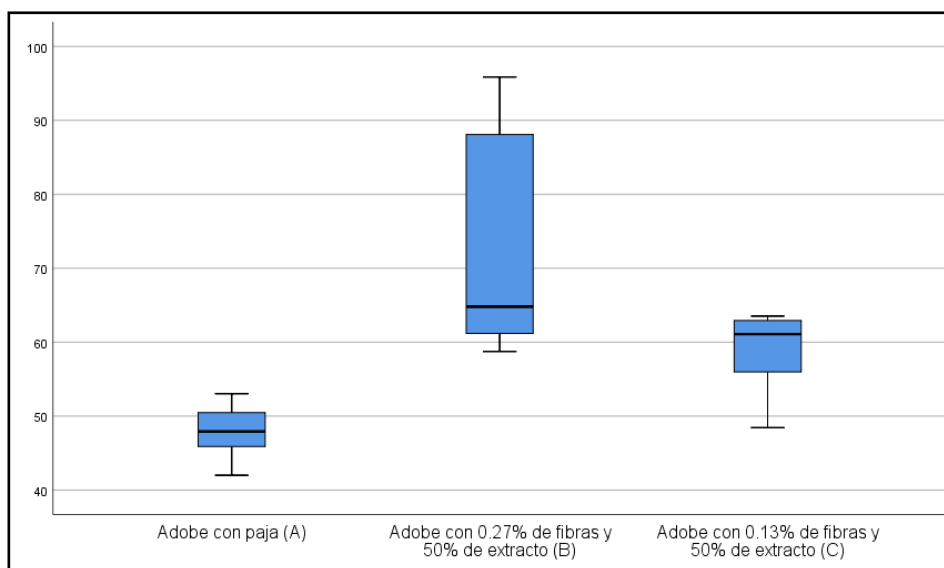
**TABLA 52***Prueba de normalidad de acuerdo a Shapiro - Wilks*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Adobe con paja (A)	,161	6	,200*	,982	6	,961
Adobe con 0.27% de fibras y 50% de extracto (B)	,297	6	,105	,820	6	,088
Adobe con 0.13% de fibras y 50% de extracto (C)	,251	6	,200*	,836	6	,121

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

**FUENTE:** *Elaboración propia.*

De la prueba de normalidad de la tabla 52 se puede apreciar que los valores de significancia dados por la prueba de Shapiro – Wilks son mayores al nivel de significancia asignado de 0.05. Por lo cual se concluye que los datos analizados presentan una distribución normal.

**FIGURA 12***Diagrama de cajas***FUENTE:** *Elaboración propia.*

Del diagrama de cajas se puede apreciar que la resistencia a flexo compresión de las unidades de adobe con adición de fibras y extracto de maguey tienen mejor resistencia que el adobe con paja tradicional (A), el cual también tiene

una buena resistencia a flexo compresión, en comparación a lo mencionado en el reglamento E-080.

**c) Prueba de absorción de unidad de adobe.**

**TABLA 53**

*Prueba estadística de acuerdo al SPSS - Ensayo de flexo compresión*

Descriptivos			Estadístico	Desv. Error
Adobe con paja (A)	Media		100,0000	,00000
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	100,0000	
		Límite superior	100,0000	
	Media recortada al 5%		100,0000	
	Mediana		100,0000	
	Varianza		,000	
	Desv. Desviación		,00000	
	Mínimo		100,00	
	Máximo		100,00	
	Rango		,00	
	Rango intercuartil		,00	
	Asimetría		.	.
	Curtosis		.	.
Adobe con 0.27% de fibras y 50% de extracto (B)	Media		15,8750	,55434
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	14,1108	
		Límite superior	17,6392	
	Media recortada al 5%		15,9167	
	Mediana		16,2500	
	Varianza		1,229	
	Desv. Desviación		1,10868	
	Mínimo		14,30	
	Máximo		16,70	
	Rango		2,40	
	Rango intercuartil		1,97	
	Asimetría		-1,450	1,014
	Curtosis		1,708	2,619
Adobe con 0.13% de fibras y 50% de extracto (C)	Media		14,3250	,34248
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	13,2351	
		Límite superior	15,4149	
	Media recortada al 5%		14,3167	
	Mediana		14,2500	
	Varianza		,469	
	Desv. Desviación		,68496	
	Mínimo		13,70	
	Máximo		15,10	
	Rango		1,40	
	Rango intercuartil		1,28	
	Asimetría		,268	1,014
	Curtosis		-4,276	2,619

**FUENTE:** *Elaboración propia.*

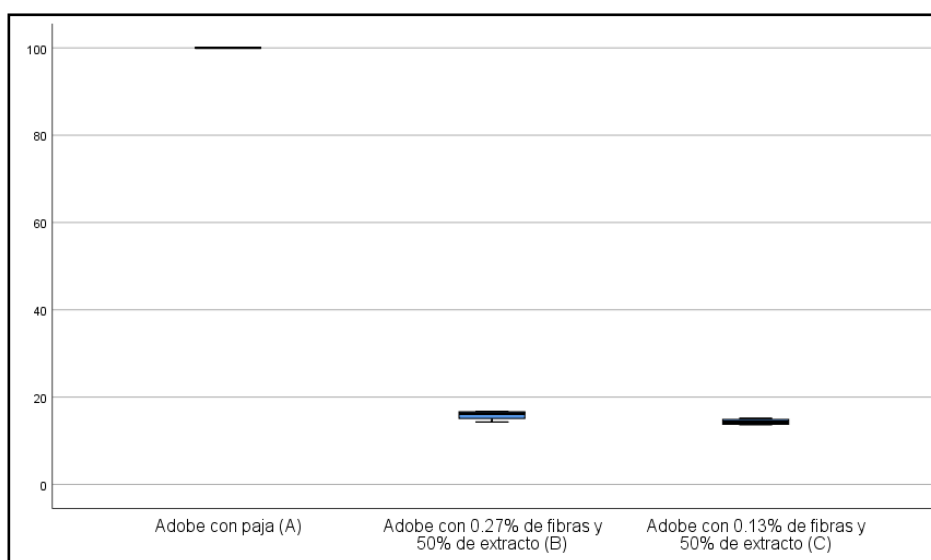
**TABLA 54***Prueba estadística de acuerdo al SPSS - Ensayo de flexo compresión*

<b>Pruebas de normalidad</b>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Adobe con paja (A)	.	4	.	.	4	.
Adobe con 0.27% de fibras y 50% de extracto (B)	,259	4	.	,846	4	,212
Adobe con 0.13% de fibras y 50% de extracto (C)	,278	4	.	,878	4	,332

a. Corrección de significación de Lilliefors

**FUENTE:** *Elaboración propia.*

De la prueba de normalidad de la tabla 54 se puede apreciar que los valores de significancia dados por la prueba de Shapiro – Wilks son mayores al nivel de significancia asignado de 0.05. Por lo cual se concluye que los datos analizados presentan una distribución normal.

**FIGURA 13***Diagrama de cajas***FUENTE:** *Elaboración propia.*

Del diagrama de cajas se puede apreciar que la absorción del adobe con paja no llega a cumplir con lo estipulado en la normativa E-080 (MVCS, 2017b, 5 de abril) y NTP 399.613 (INDECOPI, 2017b, 27 Dic.), que vendría a ser 22% de

absorción como máximo, estas más por lo contrario se saturan completamente (100%) y la unidad de adobe se dispersa hasta llegar a formar una pasta de barro. En ese sentido las unidades de adobe con adición de fibras de 0.27% y 50% de extracto de maguey llegan a una absorción de 15.49% y las unidades de adobe con adición de fibras de 0.13% y 50% de extracto de maguey llegan a una absorción de 14.88%, en ese sentido ambas proporciones son favorables y cumplen lo estipulado por la normativa.

De las hipótesis planteadas se llega a concluir que los datos utilizados en los ensayos de compresión, flexo compresión y de absorción de la unidad de adobe son datos con una distribución normal, los cuales cumplen satisfactoriamente la hipótesis alternativa, descartando de este modo la hipótesis nula.

#### **4.4. Discusión de resultados**

Para este apartado final del proyecto de investigación se utilizó como base la normativa técnica E-080 (MVCS, 2017b, 5 de abril) y NTP 399.613 (INDECOPI, 2017b, 27 Dic.), los cuales estipulan resistencias mínimas para las unidades de adobe. En el caso de la resistencia a compresión la normativa estipula una resistencia última el cual debe ser de 10.2kg/cm<sup>2</sup> para ensayos de cubos de dimensiones de 10x10x15cm y en el caso de flexión una resistencia última de 0.81kg/cm<sup>2</sup> para ensayos de dimensiones de 15.24x15.24x30.48cm. Considerándose también las unidades de adobe tradicional con paja como muestras patrón de análisis. En ese sentido de los resultados obtenidos por los ensayos realizados se concluye que las unidades de adobe con paja para el área de estudio tienen una resistencia a compresión de 16.35kg/cm<sup>2</sup>, de flexión de 49.84kg/cm<sup>2</sup> y una absorción de 100% de saturación para una inmersión de 24 horas, siendo estas unidades no tan favorables para intensas precipitaciones pluviales ni inundaciones, en ese sentido las unidades de adobe con adición de

0.27% de fibras y 50% de extracto de maguey tienen resultados muy satisfactorios en cuanto a su resistencia a compresión 24.68kg/cm<sup>2</sup>, flexo compresión 78.42kg/cm<sup>2</sup> y absorción de 15.49%; y las unidades de adobe con 0.13% de fibras y 50% de extracto de maguey tienen una resistencia a la compresión de 21.42kg/cm<sup>2</sup>, una resistencia a flexo compresión de 62.15kg/cm<sup>2</sup> y una absorción de 14.88%. En consecuencia, se concluye que las unidades de adobe fabricadas con adición de fibras y extracto de maguey tienen mejor comportamiento que las unidades de adobe tradicional dentro del área de estudio. Con respecto a lo planteado en el objetivo general el cual es evaluar las Propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe con la adición de fibras y extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca, se concluye que la evaluación fue de manera exitosa por llegar a mejores resultados respecto a los adobes tradicionales con paja utilizados dentro del ámbito de estudio. Cabe mencionar que Condori & Solano (2019), Lopez & Torbisco (2020), Vega (2018) y Flores & Limpe (2018), mencionan en sus estudios que al adicionar cierto porcentaje en peso de fibras de maguey a la unidad de adobe se puede mejorar sus propiedades mecánicas. En cuanto a su capacidad de absorción de la unidad les es muy desfavorable ya que presentan resultados mayores a los 22% que estipula la normativa.

## CONCLUSIONES

De los análisis realizados en el laboratorio y después de realizado los cuadros comparativos entre la muestra de control (adobe tradicional con paja) y los adobes con adición de 0.27% de fibra y 50% de extracto de maguey y 0.13% de fibras y 50% de extracto de maguey se concluye.

- Las unidades de adobe tradicional con paja dentro del área de estudio (adobes de control) tiene una resistencia a la compresión de 16.35kg/cm<sup>2</sup> el cual es mayor a la resistencia ultima mencionada por el reglamento que es de 10.2kg/cm<sup>2</sup>, y la resistencia a la flexión es de 49.84kg/cm<sup>2</sup> es cual tambien es mayor a lo estipulado en la normativa. En cuanto a la absorción las unidades de adobe tradicional son muy fragiles debido a que no pasaron la prueba de inmersión de 24horas estipulada en la NTP 399.613 (INDECOPI, 2017b, 27 Dic.).
- Las unidades de adobe con adición de 0.27% de fibras y 50% de extracto de maguey, tienen una resistencia a la compresión es de 24.68kg/cm<sup>2</sup>, una resistencia a la flexión de 78.42kg/cm<sup>2</sup> y una absorción de 15.49%, en ese sentido los resultados son muy favorables puesto que los resultados son mayores que los adobes de control y al esfuerzo maximo estipulado por la normativa. En cuanto a la absorción mencionada en la normativa tambien cumple adecuadamente.
- Las unidades de adobe con adición de 0.13% de fibras y 50% de extracto de maguey, tienen una resistencia a la compresión es de 21.42kg/cm<sup>2</sup>, una resistencia a la flexión de 62.15kg/cm<sup>2</sup> y una absorción de 14.88%, en ese sentido los resultados son muy favorables puesto que estos son mayores que los adobes de control y el esfuerzo maximo estipulado por la normativa. En cuanto a la absorción mencionada en la normativa tambien cumple adecuadamente.
- La tipología del suelo en estudio de acuerdo al analisis del laboratorio es una arena arcillosa con proporciones de (grava = 30.4%, arena =54% y finos=15.6%), con un

límite líquido de 35 y un límite plástico de 19, los cuales se encuentran dentro de los parámetros recomendados por la normativa para la fabricación de unidades de adobe.



## RECOMENDACIONES

- El maguey es una planta de múltiples usos, los cuales se recomienda su implementación en el sector de la construcción, para así ayudar a difundir su utilización y aprovechar sus beneficios.
- Se recomienda la utilización de fibras y extracto de maguey para evitar el problema de absorción de las unidades de adobe, así evitar pérdida de vidas humanas en caso de intensas precipitaciones pluviales e inundaciones.
- Se recomienda la fabricación de unidades de adobe con adición de fibras y extracto de maguey en el área de estudio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BMZ. (2011). *Recuperando Hogares - Modelo de vivienda rural del proceso de reconstrucción de la zona afectada por el sismo del 2007 en el Perú - Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ)* (1era ed.). (C. A. GIZ, Ed.) Ica.
- Aguirre, M., Avila, M. B., & Pesantez, J. F. (2016). Arquitectura tradicional de cuenca, recuperación y alternativa sustentable en la contem. En J. C. Martinez, & L. Villamizar (Ed.), *I congreso internacional online Filosofía de la Sustentabilidad de Vivienda Tradicional "Transformando comunidades hacia el desarrollo local"* (págs. 48-70). Malaga.
- Altamirano, O. V. (2018). *Análisis de la resistencia a compresión del adobe estabilizado con cal en la ciudad de Cajamarca [Tesis Pregrado, UNC]*. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/2528>
- ASTM D-2487. (2011, Mayo). "Clasificación de suelos para propósitos de ingeniería" - *SUCS - Sociedad Americana de Pruebas y Materiales*.
- ASTM E-2392 M-10. (2016, Set.). "Diseño de sistemas de construcción con muros de tierra" - *Sociedad Americana de Pruebas y Materiales*. (CID, Ed.) EE.UU.
- Baena P., G. (2017). *Metodología de la investigación*. México: Patria.
- Barrera, L. (2020). *Proceso para el mejoramiento del adobe para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas en un sistema constructivo tradicional, Boyacá - Colombia [Tesis Pregrado, Universidad Santo Tomas]*. Repositorio Institucional Universidad Santo Tomas, Boyacá. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11634/44188>
- Benitez, V. (2017). *Adobe estabilizado con extracto de cabuya (Furcraea andina), Sapillica - Piura [Tesis Pregrado, Universidad de Piura]*. Repositorio Institucional Universidad de Piura, Piura. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11042/2993>
- Blondet, M., Vargas, J., Torrealva, D., & Rubiños, Á. (2010). *Constucción con adobe reforzado con geomallas de viviendas de bajo costo saludables y seguras* (1era ed.). (M. Blondet, Ed.) Lima. Obtenido de [www.pucp.edu.pe/publicaciones](http://www.pucp.edu.pe/publicaciones)
- Borja S., M. (2012). *Metodologia de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo.
- Bossano, L. R., & Garcés, N. E. (2017). *Analisis y comparación de tecnologías aplicadas a la vivienda vernácula durante el periodo de 12000 A.C. al 1830 D.C. en la región andina del Ecuador [Tesis Pregrado, Univercidad Central del Ecuador]*. Repositorio Digital Institucional Universidad Central del Ecuador, Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/12198>
- Braja M. Das. (1985a). *Fundamentos de ingenieria geotécnica* (4ta ed.). Sacramento, California, EE.UU.
- Braja M. Das. (2001b). *Principios de ingeniería de cimentaciones* (4ta ed.). Mexico: Thomson.
- Bustillos, E. (2019). *Influencia de inmersión del adobe en lechada agua-cemento en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de acuerdo a la norma E-080 en la ciudad de Paucartambo, Pasco [Tesis Pregrado, UNDAC]*. Repositorio Institucional Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Pasco. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1797>

- Calderón, J. C. (2013). *Tecnologías para la fabricación de bloques de tierra de gran resistencia, Barcelona [Tesis Grado Master, UPC]*. Portal de acceso abierto al conocimiento de la Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona. Obtenido de <http://hdl.handle.net/2099.1/19817>
- Campos, S., & Gonzales, E. (2020). *Propuesta de mallas de fibras de maguey para mejorar la resistencia de muros de adobe en el distrito de Colcabamba - Huancavelica [Tesis Pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]*. Repositorio Academico UPC, Lima. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/651586>
- Carazas, W. (2002). Adobe "Guía de construcción parasísmica". *GRATerre*, 37.
- Carnevale, E., Rakotomamonjy, B., Gutiérrez, E. S., & Abad, M. (2015). Orientaciones para la conservación de inmuebles patrimoniales de tierra en Cuenca. *CRATerre*, 98.
- Carrillo, G. V., & Martínez, F. (s.f.). *Revista columnas*. Recuperado el 2022, de Plantas admirable, Agaves: <https://www.revistacolumnas.com/plantas-admirables-agaves>
- Checa, C. M., & Jurado, F. M. (2001). *Mejoramiento de la calidad de la fibra de cabuya y su aplicación, Ecuador [Tesis Pregrado, Universidad Técnica del Norte]*. Repositorio Digital Universidad Técnica del norte, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2658>
- Chino, I. (2018). Propiedades mecánicas y térmicas de adobes compactados, Lima [Tesis Grado, UNI]. *Repositorio Institucional Universidad Nacional de Ingeniería*. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/19031>
- Chuya, E. C., & Ayala, M. F. (2018). *Comparación de parámetros mecánicos y físicos del adobe tradicional con adobe reforzado con fibras de vidrio, Cuenca - Ecuador [Tesis Pregrado Universidad de Cuenca]*. Repositorio Institucional Universidad de Cuenca, Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30095>
- COER PASCO. (2020). *Mapa Político de la Provincia Daniel Alcides Carrión [Gobierno Regional de Pasco]*. Obtenido de <https://coerpasco.pe/provincia-de-daniel-alcides-carrion/>
- Condori, A., & Solano, Y. (2019). *Influencia de la fibra de maguey en la compresión, tracción y absorción del adobe, Lirio-Acoria-Huancavelica [Tesis PreGrado, Universidad Nacional de Huancavelica]*. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica. Obtenido de <http://repositorio.unh.edu.pe>
- Correa, A. O., & Puican, P. C. (2021). *Caracterización física y mecánica del adobe incorporando fibras de cabuya y polímero reciclado PET en la ciudad de Ferreñafe, Lambayeque [Tesis Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]*. Repositorio Digital Institucional Universidad Cesar Vallejo, Ferreñafe. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/86987>
- Crespo Villalaz, C. (2004). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones* (Vol. 5). Mexico: Limusa.
- Cuitiño, M. G., Rotondaro, R., & Esteves, A. (2020). Análisis comparativo de aspectos térmicos y resistencias mecánicas de los materiales y los elementos de la construcción en tierra. (U. C. Colombia, Ed.) *Revista de arquitectura*. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2020.2348>
- De la Peña, D. (1997). *Adobe, Características y sus principales usos en la construcción, Mexico [Tesis Pregrado, ITC]*. Instituto Tecnológico de la Construcción, Mexico.

Obtenido de  
[https://infonavit.janium.net/janium/TESIS/Licenciatura/De\\_la\\_Pena\\_Estrada\\_Diego\\_44659.pdf](https://infonavit.janium.net/janium/TESIS/Licenciatura/De_la_Pena_Estrada_Diego_44659.pdf)

- Días, C. D., & Puyen, V. E. (2019). *Evaluación de la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua adicionando jabonado de alumbre o mucílago de cactus de San Pedro, Chiclayo [Tesis Pregrado, USAT]*. Repositorio de tesis Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12423/1802>
- Duque, G., & Escobar, C. E. (2002). *Mecánica de suelos*. Manzanales, Colombia.
- Flores, F., & Limpe, Y. (2018). *Influencia de la fibra de maguey (furcraea andina) en las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe tradicional en la región cusco [Tesis Pregrado, UNSAAC]*. Repositorio Institucional Universidad Nacional de San Antonio de Abad del Cusco, Cusco. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12918/3670>
- García, A. J., Jacques, C., & Salazar, A. (07 de Marzo de 2018). *ResearchGate*. (A. Salazar, Ed.) Recuperado el 2022, de Una nueva especie de agave, subgénero *littatea* (agavaceae) de tamaulipas, México: [https://www.researchgate.net/publication/255993053\\_UNA\\_NUEVA\\_ESPECIE\\_DE\\_AGAVE\\_SUBGENERO\\_LITTAEA\\_AGAVACEAE\\_DE\\_TAMAULIPAS\\_MEXICO](https://www.researchgate.net/publication/255993053_UNA_NUEVA_ESPECIE_DE_AGAVE_SUBGENERO_LITTAEA_AGAVACEAE_DE_TAMAULIPAS_MEXICO)
- Gatti, F. (2012). *Arquitectura y construcción en tierra: estudio de las técnicas contemporáneas en tierra, Barcelona [Tesis Master universitario en tecnología a la arquitectura, UPC]*. Portal de acceso abierto al conocimiento de la Universitat Politècnica de Catalunya, Cataluña. Obtenido de <http://hdl.handle.net/2099.1/16141>
- Guerrero, L. F. (Enero de 2014). Potencial ecológico de la edificación de adobe. *Gremium*, 1ero, 13.
- Guzmán, D. S., & Iñiguez, J. M. (2015). *Estudio de una propuesta de mejoramiento del sistema constructivo adobe, Cuenca, Ecuador [Tesis Pregrado, Universidad de Cuenca]*. Repositorio Institucional Universidad de Cuenca, Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/22773>
- Guzmán, S., & Iñiguez, M. (2016). Metodología para elección de estabilizantes químicos para bloques de tierra. 5to.
- Hidalgo, D. H., & Sanchez, J. A. (2021). *Análisis de la influencia de tres propiedades mecánicas del adobe en el comportamiento estructural de edificaciones patrimoniales, Riobamba - Ecuador [Tesis Pregrado UNACH]*. Repositorio Digital Universidad Nacional de Chimborazo, Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7755>
- INDECOPI. (2014a, 26 de Jun.). *NTP 339.134:1999 - "Metodos para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (SUCS)*. Lima.
- INDECOPI. (2017b, 27 Dic.). *NTP 399.613 - Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería (2da ed.)*. Lima.
- INEI. (2017a). *Perú: Perfil Sociodemográfico [Instituto Nacional de Estadística e Informática]-Censos Nacionales de Población y Vivienda*. Obtenido de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf)
- INEI. (2017b). *Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. Obtenido de Sistema de Consulta de Base de Datos: <https://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>

- Juárez B., E., & Rico R., A. (2005). *Mecánica de suelos - Fundamentos de la mecánica de suelos* (3ra ed.). México: Limusa.
- Lambe, T. W., & Whitman, R. V. (2004). *Mecánica de Suelos*. Mexico: Limusa.
- Llunitasig, S. M., & Siza, A. L. (2017). *Estudio de la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con paja, estiercol, savia de penca de tuna, sangre de toro y análisis de su comportamiento sísmico usando modelo a escala, Ecuador [Tesis Pregrado, Universidad Técnica de Ambato]*. Repositorio Institucional Universidad Técnica de Ambato, Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/26586>
- Lopez, X. d., & Torbisco, D. B. (2020). *Aprovechamiento de la fibra de cabuya para el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la mezcla tradicional de adobe en una unidad de albañilería en el distrito de Abancay, departamento de Apurímac [Tesis Pregrado, UPC]*. Repositorio Academico Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/654799>
- Martínez, R. (2020). *El secreto detrás de una tesis*. Lima.
- Martins Neves, C. M., Faria, O. B., Rotondaro, R., Cevallos S., P., & Hoffmann, M. V. (Oct. de 2009). Selección de suelos y métodos de control en la construcción con tierra "Prácticas de campo". (PROterra, Ed.) *Red Ibero-americana PROterra*, 34. Obtenido de <http://www.redproterra.org>.
- Mateo, A. (2020). *Fibras de Maguey en las propiedades del Adobe en el centro poblado Colpa Alta, distrito de Amarilis, Huánuco 2020 [Tesis Pregrado, UCV]*. Repositorio Academico Universidad Cesar Vallejo, Lima. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/discover>
- Minke, G. (2005). *Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra* (3era ed.). Alemania.
- Miranda, L., Neira, E., Torres, R., & Valdivia, R. (2014). *Perú hacia la construcción sostenible en escenarios decambio climático*. Lima.
- Morales, R., Torres, R., Rengijo, L., & Irala, C. (1993). *Manual para la construcción de vivienda de adobe* (2da ed.). (CISMID\_FIC\_UNI, Ed.) IIMA.
- Moscoso, M. S. (2016). Adobe, sus características y el confort térmico. En J. C. Martínez, & L. Villamizar (Ed.), *I congreso online internacional sobre filosofía de la sustentabilidad de vivienda tradicional "transformando comunidades hacia el desarrollo local"* (págs. 71-75). Málaga, España.
- MTC. (2016, 27 Jun.). *Manual de ensayo de materiales - Ministerio de Transportes y Comunicaciones*. (MTC, Ed.) Lima. Obtenido de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/manuales.html](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html)
- MVCS. (2006c, Marzo). *E-070 "Albañilería" - Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento*. Lima: El Peruano. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- MVCS. (2010c). *Edificaciones Antisísmicas de Adobe - Manual de construcción - Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento*. (MVCS, Ed.) Lima. Obtenido de <http://www.vivienda.gob.pe/dnc>
- MVCS. (2017b, 5 de abril). *E-080 "Diseño y Construcción de Tierra Reforzada" - Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento*. (MVCS, Ed.) Lima.

- Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- MVCS. (2018a, 22 de oct.). *E-030 "Diseño Sismoresistente" - Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento*. (MVCS, Ed.) Lima. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- National Geographic. (25 de Junio de 2022). *National Geographic*. (R. Ayala, Editor) Obtenido de Así es el "Anillo de Fuego", la cuna de los terremotos más poderosos que agitan la Tierra.: <https://www.ngenespanol.com/el-mundo/cinturon-de-fuego-del-pacifico-que-es-y-por-que-genera-tantos-sismos/>
- Neves, C., Obede, F., Viñuales, G., Guerrero, L. F., & Rotondaro, R. (2011). Técnicas de construcción con tierra. *Red Iberoamericana PRO TERRA*. Obtenido de [https://www.academia.edu/35702284/Técnicas\\_de\\_construcción\\_con\\_tierra](https://www.academia.edu/35702284/Técnicas_de_construcción_con_tierra)
- NMAC 14.7.4. (2015). *Código de materiales de construcción de tierra de Nuevo México*. New Mexico, EE.UU. Obtenido de <https://regulations.justia.com/states/new-mexico/title-14/chapter-7/part-4/>
- Pascual, F. J. (2004). *Estabilización de morteros de barro para la protección de muros de tierra, Madrid [Tesis, Grado doctoral UPM]*. Archivo digital Universidad Politécnica de Madrid, Madrid. Obtenido de <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.8826>.
- Pineda, E., & Uribarri, D. (2014). Propiedades químicas y creencias curativas populares del Maguey o Cabuya (Agave americana L) caso, Churcampa, Huancavelica. *Ciencia y desarrollo (I)*. Obtenido de [https://biowiki-ecuador.bio/tiki-list\\_file\\_gallery.php?galleryId=7&maxRecords=25&view=list&&offset=326](https://biowiki-ecuador.bio/tiki-list_file_gallery.php?galleryId=7&maxRecords=25&view=list&&offset=326)
- Quiun, D. (2009). HOUSING REPORT - Reinforced Adobe. *World Housing Encyclopedia*(107), 15. Obtenido de <http://www.world-housing.net/tutorials/adobe-tutorials>
- Ramírez, M. Á. (2011). *Deterioro y estabilización del adobe, México [Tesis Grado, IPN]*. Repositorio Digital Instituto Politécnico Nacional, Mexico. Obtenido de <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/21734>
- Ríos, E. Y. (2010). *Efectos de la adición de latex natural y jabón en la resistencia mecánica y absorción del adobe compactado, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca [Tesis Grado, IPN]*. Repositorio digital Instituto Politecnico Nacional, Oaxaca. Obtenido de <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/simple-search?query>
- Ríos, L. S. (1994). Paredes monolíticas. *HABITERRA "Arquitectura de tierra en iberoamérica"*. Obtenido de [https://www.academia.edu/4034666/Arquitectura\\_de\\_Tierra\\_en\\_Iberoamerica](https://www.academia.edu/4034666/Arquitectura_de_Tierra_en_Iberoamerica)
- Rivera, C. J. (2016). *Aporte del agave americana a los servicios ecosistematicos en la comunidad campesina de Joras, Ayabaca, Piura [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria la Molina]*. Repositorio institucional Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima. Obtenido de 10.13140/RG.2.2.26969.72807
- Robles, R. (2021). *Condiciones óptimas del proceso de fermentación alcohólica del jugo de la cabuya azul (agave americana), empleando cepas de levadura Saccharomyces cerevisiae, [Tesis de maestría, UNMSM]*. Repositorio institucional Cybertesis Universidad Nacional Mayor de San Marcos., Lima. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12672/16795>
- Rodriguez, J. E. (2019). *Resistencia del adobe cuyas unidades han sido reforzadas al 2% con fibras de maguey, CentroPoblado de Pongor, Huaraz [Tesis Pregrado, Universidad San Pedro]*. Repositorio Institucional Universidad San Pedro,

Huaraz. Obtenido de <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/10404> de

- Rotondaro, R. (2007). *Arquitectura de Tierra Contemporanea: Tendencias y desafíos* [Artículo Científico, Universidad de Buenos Aires]. *Apuntes (Bogota)*, 20(2), 342-353. Obtenido de <https://biblat.unam.mx/es/revista/apuntes-bogota>
- Rufino, J. (Agosto de 2013). Determinación de los problemas técnico-constructivos actuales que afectan la calidad y durabilidad de las viviendas de tierra en la provincia de Uige, Angola. *Sistema de Información Científica Redalyc*, XXXIV(2), 27-36. Obtenido de <https://www.redalyc.org/institucion.oa?id=25750>
- Salas, J. (1995). HABITERRA: Exposición Iberoamericana de Construcción de Tierra. *Revista de Arquitectura fondo Editorial Taller Litografico*. Obtenido de <https://redproterra.org/wp-content/uploads/2020/06/2-PH-Catalogo-Exposición-Habiterra-1995.pdf>
- Salazar, P. (2018). *Uso del jugo de la agave-americana como aditivo inclusor de aire, en concreto convencional no estructural  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  en Lambayeque* [Tesis de Pregrado, UCV]. Repositorio Digital Institucional - UCV, Chiclayo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31735>
- Saldaña. (2016). Metodología de la investigación "Pruebas de bondad de ajuste de una distribución normal". Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5633043>
- Sampieri, H. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). Mexico.
- Sánchez, K. Y. (2010). Propuesta de aditivos naturales y microfibras de papel para reparar fisuras en muros de monumentos históricos de tierra, Lima [Tesis Pregrado, PUCP]. *Repositorio Institucional Pontificia Universidad Católica del Perú*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/506>
- Tamayo, N. A. (2012). *Obtención y caracterización de materiales compuestos de matriz poliéster reforzados con fibra de cabuya mediante estratificación*, Quito [Tesis Pregrado, EPN]. Repositorio Digital Escuela Politécnica Nacional del Ecuador, Quito. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4714>
- Tapia, K. (s.f.). *Tipo, nivel y diseño de investigación*. Tacna.
- Tschebotarioff, G. P. (1978). *Mecánica de suelos. cimientos y estructuras de tierra* (3era ed.). Madrid: Aguilar.
- UNE 41410. (2008, Dic.). *Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques*. Madrid: AENOR. Obtenido de <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0042285>
- Vega, S. R. (2018). *Resistencia a compresión de adobe con fibras de maguey, centro poblado de Hualcan - Carhuaz* [Tesis Pregrado, Universidad San Pedro]. Repositorio Institucional Universidad San Pedro, Huaraz. Obtenido de <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/14257>
- Viconde, C. E. (2004). *Arquitectura residencial en el sector B de Caral Valle de Supe* [Tesis Pregrado, UNMSM]. Repositorio de tesis digital "CYBERTESIS" Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12672/2571>
- Zeas, V. J., & Benalcázar, M. G. (2021). *Mejoramiento de bloques de adobe con fibras de cabuya y aceite de linaza, Cuenca - Ecuador* [Tesis Pregrado Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional Universidad de Cuenca, Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/37366>

## **ANEXOS**

**Anexo 01:** Matriz de consistencia

**Anexo 02:** Instrumentos de recolección de datos (Certificado de ensayos de laboratorio)

**Anexo 03:** Ficha de validación de instrumentos de investigación.

**Anexo 04:** Panel fotográfico



## **ANEXO 01:**

### **Matriz de consistencia**

**TÍTULO:** Propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe con adición de fibras y extracto de maguey, Distrito de Yanahuanca, Pasco-2022.

<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Variable Dependiente</b>
¿Cómo sería las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe con la adición de fibras y extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca?	Evaluar las Propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe con la adición de fibras y extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca	Las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe mejorará con la adición de fibras y extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca	Propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe.
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicos</b>	<b>Variable Independiente</b>
<b>a.-</b> ¿Cómo son las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe antes de la adición de fibras y extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca?	<b>a.-</b> Describir las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe antes de la adición de fibras y extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca.	<b>a.-</b> Las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe son bajas antes de la adición de fibras y extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca.	- Fibras y extracto de hojas de maguey.
<b>b.-</b> ¿Cómo sería las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe con la adición de 0.13% de fibras y 50% de extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca?	<b>b.-</b> Evaluar las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe con la adición de 0.13% de fibras y 50% de extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca.	<b>b.-</b> Las Propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe mejorará con la adición de 0.13% de fibras y 50% de extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca.	
<b>c.-</b> ¿Cómo sería las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe con la adición de 0.27% de fibras y 50% de extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca?	<b>c.-</b> Evaluar las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe con la adición de 0.27% de fibras y 50% de extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca.	<b>c.-</b> Las Propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe mejorará con la adición de 0.27% de fibras y 50% de extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca.	
<b>d.-</b> ¿Cómo son las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe después de la adición de fibras y extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca?	<b>d.-</b> Describir las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe después de la adición de fibras y extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca.	<b>d.-</b> Las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe mejoraron después de la adición de fibras y extracto de maguey en el Distrito de Yanahuanca.	

## **ANEXO 02:**

### **Instrumentos de recolección de datos**

### **Certificados de resultados de ensayos de laboratorio**

- Clasificación de suelos.
- Ensayo de compresión.
- Ensayo de flexo compresión.
- Ensayo de absorción.

**Estudio** Proyecto/Desmontera del Solicitante  
**ZI.118.01/22** PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE LA UNIDAD DE ADOBE CON ADICION DE FIBRAS Y EXTRACTO DE MAGUEY,  
 DISTRITO DE YANAHUANCA, PASCO - 2022

**Descripción del proceso:**

Caracterización del Suelo

**Datos del solicitante**

LEON CORNELIO, Darwin Silver

**Requisitos y especificaciones del solicitante:**

Ninguna

**Fecha de orden de servicio:**

15/11/2022

Tesis de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil - Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion

**Muestra N°** Ref. Solicitante  
 ZI.118.01/22 Material 01 - M01

**Fecha de recepción:**

14/10/2022

**Muestreo**

La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante

**Descripción/Procedencia**

Caracterización del Suelo/- Distrito de Yanahuanca- Provincia de Daniel Alcides Carrion - Departamento de Pasco

**INFORME:**

ENSAYO	MÉTODO	RESULTADO	REPORTE DE ENSAYO N°
01.01 - Análisis Granulométrico por Tamizado	ASTM D6913/D6913M-17	Fracción Retenida del Suelo T # 3' = 0.0 T # N° 20 = 5.12 T # 2' = 0.0 T # N° 40 = 9.73 T # 1 1/2' = 76.3 T # N° 60 = 12.31 T # 1' = 321.5 T # N° 100 = 15.64 T # 3/4' = 503.8 T # N° 140 = 10.22 T # 3/8' = 324.3 T # N° 200 = 7.61 T # N° 4 = 216.0 T # N° 200 = 22.54 T # N° 10 = 14.23	AG.ZI001.22
01.02 - Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de Suelos	ASTM D4318-17e1	LL = 35.0 LP = 19.0 IP = 16.0	LC.ZI002.22
01.03. Clasificación de Suelos (*)	SUCS-Unificada / AASHTO	SUCS : ARENA ARCILLOSA AASHTO : A-2-6(0)	CS.ZI003.22

**Anexos :**03 Reportes de Ensayo ( 4 Páginas)

Los resultados del presente informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
 Los resultados presentados se refieren únicamente a la muestra ensayada.

La fecha de ejecución de los ensayos se indica en los reportes de ensayo adjuntos que forman parte del presente informe.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

Aprobado por



**ZEMCO**  
INGENIEROS S.A.C.  
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS  
INGENIERO DE ARENAS  
CP N° 138348

## REPORTE DE ENSAYO

Muestra N°  
ZL.118.01/22

Reporte N°  
AG.ZI001.22

Página  
2/4

Fecha  
15/11/2022

### 01.01 - Analisis Granulométrico por Tamizado ASTM D6913/D6913M-17

#### AGRANULOMETRIA POR TAMIZADO - D6913/D6913M-17

Tamiz (Abertura)		Masa Retenida	Parcial Retenido	Acumulado Retenido	Acumulado Pasante
		P <sub>i</sub>	$Ni = \frac{P_i}{P_1} \times 100$	N <sub>i</sub>	$N_i = 100 - N_i$
("/N")	(mm)	0.1 g	0.1%	0.1%	0.1%
3"	75.00	--	--	0.0	100.0
2"	50.00	--	--	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	76.3	0.5	0.5	99.5
1"	25.00	321.5	1.9	2.4	97.6
3/4"	19.00	503.8	3.1	5.5	94.5
3/8"	9.50	324.3	14.9	20.4	79.6
N° 4	4.75	218.0	10.0	30.4	69.6
N° 10	2.00	14.23	9.9	40.3	59.7
N° 20	0.840	8.12	5.6	45.9	54.1
N° 40	0.425	9.73	6.7	52.6	47.4
N° 60	0.250	12.31	6.5	61.2	38.8
N° 100	0.150	15.64	10.8	72.0	28.0
N° 140	0.106	10.22	7.1	79.1	20.9
N° 200	0.075	7.61	5.3	84.4	15.6
< N° 200	0.000	22.54	15.6	100.0	--

Metodo de Ensayo = A  
Tipo de Tamizado = Compuesto

Separacion de Especimen	Tamiz	% Retenido
1er Fraccionamiento	3/4"	5.46
2do Fraccionamiento	N° 4	26.4

% Grava = 30.4  
% Arena = 54.0  
% Finos = 15.6

D10 (%)	=	0.04
D30 (%)	=	0.17
D60 (%)	=	2.08
Cu	=	0
Cc	=	0



Observaciones : La muestra fue remida e identificada por el Solicitante.

Elaborado por

  
 M. ESPINOZA BUSTILLOS  
 TÉCNICO LABORATORISTA

Revisado por

  
 Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS  
 INGENIERO DE MINAS

REPORTE DE ENSAYO

Muestra N°  
ZL118.01/22

Reporte N°  
L.C.ZI002.22

Página  
3/4

Fecha  
15/11/2022

01.02 - Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de Suelos  
ASTM D4318-17e1

Preparación de la muestra		Equipo de ensayo utilizado	
Humedad: <input type="checkbox"/>	Lavado de tamiz # 40: <input checked="" type="checkbox"/>	Límite Plástico:	Manual <input type="checkbox"/>
Secado al aire: <input checked="" type="checkbox"/>	Tamizado en seco en tamiz # 40: <input checked="" type="checkbox"/>		Mecánico <input checked="" type="checkbox"/>
Secado al horno: <input type="checkbox"/>	Mecánicamente por tamiz # 40: <input checked="" type="checkbox"/>	Límite Líquido:	Manual <input type="checkbox"/>
Mezclas sobre plato de vidrio y retiradas las partículas medianas de arena:			Mecánico <input checked="" type="checkbox"/>
Agua Mezclada:		Espátula Casagrande:	Manual <input type="checkbox"/>
Destilada: <input type="checkbox"/>	Desmineralizada: <input checked="" type="checkbox"/>	Otras: <input type="checkbox"/>	Mecánico <input checked="" type="checkbox"/>

Límite Líquido					
Ensayo N°			1	2	3
Peso de la lata	m1	(0.01g)	13.74	13.47	13.71
Peso de la lata + Suelo húmedo	m2	(0.01g)	29.61	29.27	29.12
Peso de la lata + Suelo Seco	m3	(0.01g)	25.63	25.22	25.04
Peso del agua	$w_s = m3 - m1$	(0.01g)	3.96	4.05	4.06
Peso del suelo seco	$w_w = m2 - m3$	(0.01g)	11.09	11.75	11.33
Contenido de agua	$w = \frac{w_s}{w_w} \times 100$	0.1%	33.47	34.47	36.01
Numero de golpes			35	29	23
Límite Líquido	(%)		35		



Límite de Plasticidad				
Ensayo N°			1	2
Peso de la lata	m1	(0.01g)	13.48	13.43
Peso de la lata + Suelo húmedo	m2	(0.01g)	20.40	20.34
Peso de la lata + Suelo Seco	m3	(0.01g)	19.30	19.24
Peso del agua	$w_s = m3 - m1$	(0.01g)	1.1	1.1
Peso del suelo seco	$w_w = m2 - m3$	(0.01g)	5.82	5.81
Contenido de agua	$w = \frac{w_s}{w_w} \times 100$	0.1%	18.9	18.93
Límite de Plasticidad	(%)		19	
Índice de Plasticidad	(%)		16	

Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Elaborado por  
  
 Yash M. ESPINOZA BUSTILLOS  
 TECNICO EN GEOTECNIA

Revisado por  
  
 Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS  
 INGENIERO EN GEOTECNIA  
 CAP N° 18204

**REPORTE DE ENSAYO**
**Muestra N°**  
 ZI.118.01/22

**Reporte N°**  
 CS.ZI003.22

**Página**  
 4/4

**Fecha**  
 15/11/2022

**01.03 - Clasificación de Suelos**  
**Clasificación SUCS - Unificada / Clasificación AASHTO**
**Datos de la Muestra**

Ubicación/ Referencia

 Distrito de Yanahuanca - Provincia de Daniel Alcides Carrion -  
 Departamento de Pasco

**Resultados Obtenidos en el Ensayo de Análisis Granulométrico (ASTM D6913-17) - % Acumulado Pasante**

T#3"	T#2"	T#1 1/2"	T#1"	T#3/4"	T#3/8"	T#N° 4	T#N° 10	T#N° 20"	T#N° 40	T#N° 60	T#N° 100	T#N° 140"	T#N° 200
(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
100	100.0	99.5	97.5	94.5	79.5	69.5	59.7	54.1	47.4	35.5	25.0	20.9	15.6

**Resultados Obtenidos en el Ensayo de Límites de Consistencia (AASHTO D4318)**

LL	LP	LP
(%)	(%)	(%)
35	19	16

**Clasificación de Suelos**

SUCS - Unificada	ARENA ARCILLOSA
AASHTO	A-2-6(0)

**Observaciones:** La muestra fue recibida e identificada por el Solicitante.

Elaborado por



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.  
 Vash M. ESPINOZA COLLINA  
 TÉCNICO LABORATORISTA

Revisado por



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.  
 Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS  
 INGENIERO DE TIENDAS  
 CIP N° 138246

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO  
 ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN CUBOS DE ADOBE  
 NORMA DE ENSAYO : NTP E-080 - E-070 (RNE)

SOLICITANTE : DARWIN SILVER LEON CORNEJO  
 PROYECTO : PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE LA UNIDAD DE ADOBE CON ADICION DE FIBRAS Y EXTRACTO DE Maguey, DISTRITO DE YANAHUANCA, PASCO-2022  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DE DANIEL ALCIDES CARRION, DEPARTAMENTO DE PASCO  
 FECHA DE ELABORACION : 20/08/2022  
 FECHA ENSAYO : 18/10/2022  
 CERTIFICADO : Z118\_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2022.

IDENTIFICACION	COMPUESTO	EDAD (DIAS)	PESO (g)	A (cm <sup>2</sup> )	CARGA APLICADA (kg)	ESFUERZO (C) (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO (Mpa)
2A-1	Adobe con Paja - Comun (A)	28	3007	112.55	1,801	16.03	1.57
2A-2	Adobe con Paja - Comun (A)	28	2748	114.48	1,819	15.88	1.56
2A-3	Adobe con Paja - Comun (A)	28	2979	121.00	1,974	16.31	1.60
2A-4	Adobe con Paja - Comun (A)	28	2925	116.80	1,745	14.89	1.44
2A-5	Adobe con Paja - Comun (A)	28	2975	119.90	1,996	16.65	1.63
2A-6	Adobe con Paja - Comun (A)	28	2883	124.50	2,040	16.41	1.61
<b>PROMEDIO</b>						<b>16.00</b>	<b>1.57</b>

FORMULA:

$$C = \frac{W}{A}$$

DONDE:

C = Resistencia a la compresion del espécimen en kg/cm<sup>2</sup>  
 W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

**NOTA:**

- I. DEL MUESTREO: Los cubos de adobe fueron preparadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP E-080 - E-070 (RNE)
- II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de los cubos de adobe se efectuó en base a la norma técnica NTP E-080 - E-070 (RNE)
- III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP E-080 - E-070 (RNE)

**OBSERVACIONES:**

- 1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la muestra de adobe mas paja, perteneciente al proyecto
- 2) El presente documento no debiera reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (OUIA PERUANA INDECOP: 0004-1993)
- 3) Los cubos fueron elaborados, identificados y remitidos al laboratorio por el solicitante.

**CERTIFICADO DE CALIBRACION**

LF-25857-002 R1

EQUIPO DE COMPRESION UNIAXIAL

PRESA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TP

METODO DE CALIBRACION

La calibración se realizó tomando como referencia norma UNE-EN ISO 7500-1

TRAZABILIDAD

Celda patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNICK GmbH-Alemania

PATRON DE UTILIZADO

Celda de carga calibrado a 1000 kN con incertidumbre del orden de 0.05 %

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

INF-LF-133-3D A/C

FECHA DE CALIBRACION : 28 DE ABRIL DEL 2022

Realizado por



Revisado por





LABORATORIO DE ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO  
 ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL EN CUBOS DE ADOBE  
 NORMA DE ENSAYO : NTP E-080 - E-070 (RNE)

SOLICITANTE : DARWIN SILVER LEON CORNELIO  
 PROYECTO : PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA UNIDAD DE ADOBE CON ADICIÓN DE FIBRAS Y EXTRACTO DE MAGUEY, DISTRITO DE YANAHUANCA, PASCO-2022  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DE DANIEL ALCIDES CARRIÓN, DEPARTAMENTO DE PASCO  
 FECHA DE ELABORACIÓN : 24/09/2022  
 FECHA ENSAYO : 22/10/2022  
 CERTIFICADO : 2022\_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2022.

IDENTIFICACION	COMPUESTO	EDAD (DÍAS)	PESO (g)	A (cm <sup>2</sup> )	CARGA APLICADA (kg)	ESFUERZO (C) (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO (Mpa)
2S-1	Adobe con 0.27% de Fibra y 50% de Extracto de Maguey (S)	28	3039	109.20	2,576	23.59	2.31
2S-2	Adobe con 0.27% de Fibra y 50% de Extracto de Maguey (S)	28	3118	110.25	3,005	27.26	2.67
2S-3	Adobe con 0.27% de Fibra y 50% de Extracto de Maguey (S)	28	3112	113.40	2,572	22.68	2.22
2S-4	Adobe con 0.27% de Fibra y 50% de Extracto de Maguey (S)	28	3147	114.49	2,647	23.12	2.27
2S-5	Adobe con 0.27% de Fibra y 50% de Extracto de Maguey (S)	28	3123	114.48	2,615	22.84	2.24
2S-6	Adobe con 0.27% de Fibra y 50% de Extracto de Maguey (S)	28	3054	117.72	2,914	24.75	2.43
<b>PROMEDIO</b>						<b>24.04</b>	<b>2.30</b>

FORMULA:

$$C = \frac{W}{A}$$

DONDE:

C = Resistencia a la compresión del espécimen en kg/cm<sup>2</sup>  
 W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

**NOTA:**

**I. DEL MUESTREO:** Los cubos de adobe fueron preparadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP E-080 - E-070 (RNE)

**II. DE LA ELABORACION:** La elaboración y curado de los cubos de adobe se efectuó en base a la norma técnica NTP E-080 - E-070 (RNE)

**III. DEL ENSAYO:** El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP E-080 - E-070 (RNE)

**OBSERVACIONES:**

- Según indicado por el solicitante, la mezcla de adobe para cada unidad contiene: 0.27% de fibras y 50% de extracto de maguey perteneciente al proyecto
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : 0004-1995)
- Los cubos fueron elaborados, identificados y remitidos al laboratorio por el solicitante.

**CERTIFICADO DE CALIBRACION**

IF-25857-002 R1

EQUIPO DE COMPRESION UNIAxIAL

**PRENSA DE CONCRETO**

**CAPACIDAD**

320000 tnf

**MARCA**

FORNEY U.S.A.

**MODELO**

F-325/LA270-TP

**METODO DE CALIBRACION**

La calibración se realizó tomando como referencia norma UNE-EN ISO 7500-1

**TRAZABILIDAD**

Celda patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNICK GmbH-Alemania

**PATRON DE UTILIZADO**

Celda de carga calibrado a 3000 kN con incertidumbre del orden de 0.05 %

**INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION**

INF-IE 131-20 A/C

**FECHA DE CALIBRACION : 28 DE ABRIL DEL 2022**

Realizado por



Revisado por



LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO  
 ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN CUBOS DE ADOBE  
 NORMA DE ENSAYO : NTP E-080 - E-070 (RNE)

SOLICITANTE : DARWIN SILVER LEON CORNELIO  
 PROYECTO : PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE LA UNIDAD DE ADOBE CON AOCIION DE FIBRAS Y EXTRACTO DE MAGUEY, DISTRITO DE YANAHUANCA, PASCO-2022  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DE DANIEL ALDRES CARRION, DEPARTAMENTO DE PASCO  
 FECHA DE ELABORACION : 24/09/2022  
 FECHA ENSAYO : 22/10/2022  
 CERTIFICADO : 2022\_10\_ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2022.

IDENTIFICACION	COMPUESTO	EDAD (DIAS)	PESO (g)	A (cm <sup>2</sup> )	CARGA APLICADA (kg)	ESFUERZO (C) (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO (MPa)
2C-1	Adobe con 0.13% de Fibra y 50% de Extracto de Maguey(C)	28	3084	110.25	2,412	21.88	2.14
2C-2	Adobe con 0.13% de Fibra y 50% de Extracto de Maguey(C)	28	3055	112.36	2,495	22.21	2.18
2C-3	Adobe con 0.13% de Fibra y 50% de Extracto de Maguey(C)	28	3104	110.25	2,357	21.38	2.10
2C-4	Adobe con 0.13% de Fibra y 50% de Extracto de Maguey (C)	28	2992	113.40	2,251	19.85	1.95
2C-5	Adobe con 0.13% de Fibra y 50% de Extracto de Maguey (C)	28	3119	113.42	2,238	19.75	1.95
2C-6	Adobe con 0.13% de Fibra y 50% de Extracto de Maguey (C)	28	3090	114.40	2,312	20.21	1.98
<b>PROMEDIO</b>						<b>20.88</b>	<b>2.04</b>

FORMULA:

$$C = \frac{W}{A}$$

DONDE:

C = Resistencia a la compresion del especimen en kg/cm<sup>2</sup>  
 W = Máxima carga en Kg, indicado por la máquina de ensayo.

**NOTA:**

I. DEL MUESTREO: Los cubos de adobe fueron preparadas en obra, teniendo como referencia el procedimiento NTP E-080 - E-070 (RNE)

II. DE LA ELABORACION: La elaboración y curado de los cubos de adobe se efectuó en base a la norma técnica NTP E-080 - E-070 (RNE)

III. DEL ENSAYO: El ensayo de rotura de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP E-080 - E-070 (RNE)

**OBSERVACIONES:**

- Según indicado por el solicitante, la mezcla de adobe para cada unidad contiene: 0.13% de fibras y 50% de extracto de maguey perteneciente al proyecto
- El presente documento no debiera reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (DUIA PERUANA INDECOPI : 0004:2005)
- Los cubos fueron elaborados, identificados y remitidos al laboratorio por el solicitante.

**CERTIFICADO DE CALIBRACION**

LF-25857-002 K1

EQUIPO DE COMPRESION UNIAXIAL

PRESA DE CONCRETO

CAPACIDAD

325000 lbf

MARCA

FORNEY U.S.A.

MODELO

F-325/LA270-TF

METODO DE CALIBRACION

La calibracion se realizo tomando como referencia norma UNE-EN ISO 7500-1

TRAZABILIDAD

Celda patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNICK GmbH-Alemania

PATRON DE UTILIZADO

Celda de carga calibrado a 3000 kN con incertidumbre del orden de 0,05 %.

INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION

IMP-LE 131-20 A/C

FECHA DE CALIBRACION : 28 DE ABRIL DEL 2022

Realizado por



Revisado por



LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO  
 ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION  
 NORMA DE ENSAYO : NTP E-080 - E-070 (RNE)

SOLICITANTE : DARWIN SILVER LEON CORNELIO  
 PROYECTO : PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE LA UNIDAD DE ADOBE CON ADICION DE FIBRAS Y EXTRACTO DE MAQUEY, DISTRITO DE YANAHUANCA, PASCO-2022  
 UBICACION : DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DE DANIEL ALCIDES CARRION, DEPARTAMENTO DE PASCO  
 FECHA DE ELABORACION : 20/09/2022  
 FECHA ENSAYO : 18/10/2022  
 CERTIFICADO : 2118\_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2022.

IDENTIFICACION	ELABORACION	EDAD (DIAS)	TIPO DE CURADO	MASA (g)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (mm)	ANCHO POR MEDIO (mm)	ALTURA PROMEDIO (mm)	CARGA APLICADA (kN)	ESFUERZO (Mpa)	ESFUERZO (kg/cm2)
1A-1	Adobe con Paja - Comun (A)	28	AL SOL	12550.00	250.00	155.6	139.82	3.805	4.60	47.82
1A-2	Adobe con Paja - Comun (A)	28	AL SOL	12550.00	250.00	158.86	138.78	3.675	4.50	45.80
1A-3	Adobe con Paja - Comun (A)	28	AL SOL	12015.00	250.00	153.53	133.56	3.605	4.05	50.48
1A-4	Adobe con Paja - Comun (A)	28	AL SOL	12409.00	250.00	157.49	141.96	3.485	4.12	42.01
1A-5	Adobe con Paja - Comun (A)	28	AL SOL	12082.00	250.00	157.76	133.33	3.89	5.2	53.05
1A-6	Adobe con Paja - Comun (A)	28	AL SOL	12262.00	250.00	155.32	157.60	3.695	4.71	48.03
<b>PROMEDIO</b>								<b>4.7</b>	<b>47.88</b>	

**NOTA:**  
 I. **DEL MUESTREO:** Los ladrillos de adobe fueron preparadas, teniendo como referencia el procedimiento NTP E-080 - E-070 (RNE)  
 II. **DE LA ELABORACION:** La elaboracion y curado de los ladrillos de adobe se efectuó en base a la norma técnica NTP E-080 - E-070 (RNE)  
 III. **DEL ENSAYO:** El ensayo de resistencia a la flexion de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP E-080 - E-070 (RNE)

**OBSERVACIONES:**  
 1) Según indicado por el solicitante, la muestra procede de la mezcla de adobe mas paja, perteneciente al proyecto  
 2) El presente documento no debiera reproducirse sin la autorizacion escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad (DUIA PERUANA INDECOPI : 0004-1993)  
 3) Los ladrillos fueron elaboradas, identificadas y remitidas al laboratorio por el solicitante.

**CERTIFICADO DE CALIBRACION**  
 LF-25857-002 R1  
 EQUIPO DE COMPRESION UNIAXIAL  
**PRESA DE CONCRETO**  
**CAPACIDAD**  
 325000 lbf  
**MARCA**  
 FORNEY U.S.A.  
**MODELO**  
 F-325/LA270-TP  
**METODO DE CALIBRACION**  
 La calibracion se realizo tomando como referencia norma UNE-EN ISO 7500-1  
**TRAZABILIDAD**  
 Celda patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNICK GmbH-Alemania  
**PATRON DE UTILIZADO**  
 Celda de carga calibrado a 1000 KN con incertidumbre del orden de 0.05 %  
**INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION**  
 INF-LE 131-20 A/C  
**FECHA DE CALIBRACION : 28 DE ABRIL DEL 2022**

Realizado por



Revisado por



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.  
 Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS  
 INGENIERO DE MINAS  
 CIP N° 436246

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO  
ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION  
NORMA DE ENSAYO : NTP E-080 - E-070 (RNE)

SOLICITANTE : DARWIN SILVER LEON CORNELIO  
 PROYECTO : PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE LA UNIDAD DE ADOBE CON ADICION DE FIBRAS Y EXTRACTO DE MAGUEY, DISTRITO DE YANAHUANCA, PASCO-2022  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DE DANIEL ALCIDES CARRION, DEPARTAMENTO DE PASCO  
 FECHA DE ELABORACION : 24/09/2022  
 FECHA ENSAYO : 22/10/2022  
 CERTIFICADO : D21\_30 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2022.

IDENTIFICACION	ELABORACION	EDAD (DIAS)	TIPO DE CURADO	MASA (g)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (mm)	ANCHO POR MEDIO (mm)	ALTURA PROMEDIO (mm)	CARGA APLICADA (kN)	ESFUERZO (Mpa)	ESFUERZO (Kg/cm2)
18-1	Adobe con 0.27% de Fibra y 50% Extracto de Maguey (R)	28	AL SOL	12590.00	250.00	152.82	143.01	5.485	6.58	87.1
18-2	Adobe con 0.27% de Fibra y 50% Extracto de Maguey (R)	28	AL SOL	12391.00	250.00	163.52	139.38	5.085	6.00	81.18
18-3	Adobe con 0.27% de Fibra y 50% Extracto de Maguey (R)	28	AL SOL	12977.00	250.00	156.96	148.04	7.925	8.64	88.1
18-4	Adobe con 0.27% de Fibra y 50% Extracto de Maguey (R)	28	AL SOL	11998.00	250.00	157.37	152.00	6.875	9.4	85.85
18-5	Adobe con 0.27% de Fibra y 50% Extracto de Maguey (R)	28	AL SOL	12235.00	250.00	156.37	134.00	4.315	5.76	58.74
18-6	Adobe con 0.27% de Fibra y 50% Extracto de Maguey (R)	28	AL SOL	12950.00	250.00	157.3	145.52	5.455	6.14	82.61
<b>PROMEDIO</b>									<b>7.00</b>	<b>72.26</b>

**NOTA:**

**I. DEL MUESTREO:** Los ladrillos de adobe fueron preparadas, teniendo como referencia el procedimiento NTP E-080 - E-070 (RNE)

**II. DE LA ELABORACION:** La elaboración y curado de los ladrillos de adobe se efectuó en base a la norma técnica NTP E-080 - E-070 (RNE)

**III. DEL ENSAYO:** El ensayo de resistencia a la flexión de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP E-080 - E-070 (RNE)

**OBSERVACIONES:**

- Según indicado por el solicitante, la mezcla de adobe para cada unidad contiene: 0.27% de fibras y 50% de extracto de maguey perteneciente al proyecto
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (QUITA PERJUANA INDECOPI)
- Los ladrillos fueron elaborados, identificados y remitidos al laboratorio por el solicitante.

**CERTIFICADO DE CALIBRACION**

LF-25857-002 R1

EQUIPO DE COMPRESION UNIAXIAL

**PRESA DE CONCRETO**

**CAPACIDAD**

325000 tnf

**MARCA**

FORNEY U.S.A.

**MODELO**

F-325/LA270-TP

**METODO DE CALIBRACION**

La calibración se realizó tomando como referencia norma UNE-EN ISO 7500-1

**TRAZABILIDAD**

Celda patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNICK GmbH-Alemania

**PATRON DE UTILIZADO**

Celda de carga calibrado a 1000 kN con incertidumbre del orden de 0.05 %

**INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION**

INF-12 151-20 A/C

**FECHA DE CALIBRACION : 28 DE ABRIL DEL 2022**

Realizado por



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.  
 VICTOR M. ESPINOZA BUSTILLOS  
 INGENIERO DE MINAS  
 CP N° 138394

Revisado por



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.  
 JUAN CARLOS ESPINOZA BUSTILLOS  
 INGENIERO DE MINAS  
 CP N° 138394

LABORATORIO DE ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS, MATERIALES Y CONCRETO  
 ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION  
 NORMA DE ENSAYO : NTP E-080 - E-070 (RNE)

SOLICITANTE : DARWIN SILVER LEON CORNEJO  
 PROYECTO : PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE LA UNIDAD DE ADOBE CON ADICION DE FIBRAS Y EXTRACTO DE MAGUEY, DISTRITO DE YANAHUANCA, PASCO-2022  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DE DANIEL ALCIDES CARRION, DEPARTAMENTO DE PASCO  
 FECHA DE ELABORACION : 24/09/2022  
 FECHA ENSAYO : 22/10/2022  
 CERTIFICADO : Z121\_10 ZEMCO INGENIEROS S.A.C. 2022.

IDENTIFICACION	ELABORACION	EDAD (DIAS)	TIPO DE CURADO	MASA (g)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (mm)	ANCHO POR MEDIO (mm)	ALTURA PROMEDIO (mm)	CARGA APLICADA (kN)	ESFUERZO (Max)	ESFUERZO (kg/cm2)
1C-1	Adobe con 0.13% de Fibras y 50% Extracto de Maguey (C)	28	AL SOL	12973.00	250.00	157.01	147.43	5.615	6.17	62.93
1C-2	Adobe con 0.13% de Fibras y 50% Extracto de Maguey (C)	28	AL SOL	12692.00	250.00	154.49	147.33	5.31	6.16	62.81
1C-3	Adobe con 0.13% de Fibras y 50% Extracto de Maguey (C)	28	AL SOL	12197.00	250.00	161.87	138.00	4.823	5.82	59.35
1C-4	Adobe con 0.13% de Fibras y 50% Extracto de Maguey(C)	28	AL SOL	12735.00	250.00	154.18	148.86	5.68	6.23	63.53
1C-5	Adobe con 0.13% de Fibras y 50% Extracto de Maguey (C)	28	AL SOL	12843.00	250.00	161.23	146.18	4.365	4.75	48.44
1C-6	Adobe con 0.13% de Fibras y 50% Extracto de Maguey(C)	28	AL SOL	12876.00	250.00	158.79	146.18	4.97	5.49	55.98
<b>PROMEDIO</b>									<b>5.77</b>	<b>58.84</b>

**NOTA:**

- I. **DEL MUESTREO:** Los ladrillos de adobe fueron preparadas, teniendo como referencia el procedimiento NTP E-080 - E-070 (RNE)  
 II. **DE LA ELABORACION:** La elaboración y curado de los ladrillos de adobe se efectuó en base a la norma técnica NTP E-080 - E-070 (RNE)  
 III. **DEL ENSAYO:** El ensayo de resistencia a la flexión de la muestra se realizaron teniendo como referencia la norma NTP E-080 - E-070 (RNE)

**OBSERVACIONES:**

- 1) Según indicado por el solicitante, la mezcla de adobe para cada unidad contiene: 0.13% de fibras y 50% de extracto de maguey perteneciente al proyecto  
 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (OUIA PERUANA INDECOP)  
 3) Los ladrillos fueron elaborados, identificados y remitidos al laboratorio por el solicitante.

**CERTIFICADO DE CALIBRACION**

LF-23857-002 R1

EQUIPO DE COMPRESION UNIAIXIAL

**PRESA DE CONCRETO**

**CAPACIDAD**

525000 lbf

**MARCA**

FORNEY U.S.A.

**MODELO**

F-323/LA270-TP

**METODO DE CALIBRACION**

La calibración se realizó tomando como referencia norma UNE-EN ISO 7500-1

**TRAZABILIDAD**

Celda patrón: calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNICK GmbH-Alemania

**PATRON DE UTILIZADO**

Celda de carga calibrado a 1000 kN con incertidumbre del orden de 0.05 %

**INFORME CERTIFICADO DE CALIBRACION**

INF-LE 131-20 A/C

**FECHA DE CALIBRACION : 28 DE ABRIL DEL 2022**

Realizado por



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.  
 Vania M. Espinoza Bustillos  
 TECNICO LABORATORISTA

Revisado por



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.  
 Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS  
 INGENIERO DE APOYO  
 CAP N° 138246

**Estudio** Proyecto del Solicitante  
ZI.118.02/22 PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE LA UNIDAD DE ADOBE CON ADICION DE FIBRAS Y EXTRACTO DE MAGUEY, DISTRITO DE YANAHUANCA, PASCO - 2022

**Descripción del proceso:**

Caracterización de la Unidad de Adobe

**Datos del solicitante**

LEON CORNELIO, Darwin Silver

**Requisitos y especificaciones del solicitante:**

Ninguna

**Fecha de orden de servicio:**

18/10/2022

Tests de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil - Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion

**Muestra N°**

ZI.118.02/22

**Ref. Solicitante**

Adobe con Paja - Comun (A)

**Fecha de recepción:**

17/10/2022

**Muestreo**

La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante

**Descripción/Procedencia**

Caracterización de la Unidad de Adobe/ Distrito de Yanahuanca- Provincia de Daniel Alcides Carrion - Departamento de Pasco

**INFORME:**

ENSAYO	MÉTODO	RESULTADO	REPORTE DE ENSAYO N°
01.01. PROPIEDAD FISICA	NTP-399-613	Adobe con Paja - Comun (A) = ----	PF.ZI001.22

**Anexos** :01 Reporte de Ensayo (2 Páginas)

Los resultados del presente informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Los resultados presentados se refieren únicamente a la muestra ensayada.

La fecha de ejecución de los ensayos se indica en los reportes de ensayo adjuntos que forman parte del presente informe.

El presente documento no deba reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

Aprobado por



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.  
ZEMCO  
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS  
INGENIERO DE MINAS  
CIP N° 138248

## REPORTE DE ENSAYO

**Muestra N°**  
ZI.118.02/22

**Reporte N°**  
PF.ZI001.22

**Página**  
2/2

**Fecha**  
18/10/2022

### 01.01. PROPIEDAD FISICA NTP-399-613

**Tipo de Material:**

Adobe con Paja - Comun (A)

#### ABSORCION

DATOS	UND	M-1	M - 2	M - 3	M - 4	PROMEDIO
PMSH	gr	5357.00	5423.00	5316.00	5395.00	5372.75
PMS	gr	----	----	----	----	----

#### ABSORCION (Abs %)

MUESTRA	P <sub>sec</sub>	P <sub>sat</sub>	Ab%
M-1	---	---	---
Ab%PROMEDIO			----

PMSH:           Peso de la Muestra Seca  
PMS:            Peso de la Muestra Saturada

**Observaciones:** El bloque de Adobe con Paja - Comun (A) no resiste la prueba de absorcion, debido a que pierde su forma geometrica, es decir se descompone en su totalidad.

Elaborado por



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.  
Vasti M. ESPINOZA LIHUA  
TECNICO INGENIERISTA

Revisado por



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.  
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS  
INGENIERO DE MINAS  
CIP N° 138244

**Estudio** Proyecto del Solicitante  
ZI.118.03/22 PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE LA UNIDAD DE ADOBE CON ADICION DE FIBRAS Y EXTRACTO DE MAGUEY, DISTRITO DE YANAHUANCA, PASCO - 2022

**Descripción del proceso:**  
Caracterización de la Unidad de Adobe

**Datos del solicitante**

LEON CORNELIO, Darwin Silver

**Requisitos y especificaciones del solicitante:**

Ninguna

**Fecha de orden de servicio:**

22/10/2022

Tesis de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil - Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion

**Muestra N°** Ref. Solicitante  
ZI.118.03/22 Adobe con 0.27% de Fibra y 50 % de Extracto (B)  
Adobe con 0.13% de Fibra y 50 % de Extracto(C)

**Fecha de recepción:**

21/10/2022

**Muestreo**

La muestra fue remitida e Identificada por el Solicitante

**Descripción/Procedencia**

Caracterización de la Unidad de Adobe/Distrito de Yanahuanca- Provincia de Daniel Alcides Carrion - Departamento de Pasco

**INFORME:**

ENSAYO	MÉTODO	RESULTADO	REPORTE DE ENSAYO N°
01.01. PROPIEDAD FISICA	NTP-399-613	Absorción (%) / 0.27 % de Fibra-50 % de Extracto (B) = 15.49	PF.ZI001.22
01.02. PROPIEDAD FISICA	NTP-399-613	Absorción (%) / 0.13% de Fibra-50 % de Extracto (C) = 14.88	PF.ZI002.22

**Anexos** :02 Reportes de Ensayo (3 Páginas)

Los resultados del presente informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Los resultados presentados se refieren únicamente a la muestra ensayada.

La fecha de ejecución de los ensayos se indica en los reportes de ensayo adjuntos que forman parte del presente informe.

El presente documento no debiera reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : G004:1993)

Aprobado por



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.  
ZEMCO INGENIEROS S.A.C.  
Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS  
INGENIERO DE MINAS  
CIP N° 138246



## REPORTE DE ENSAYO

**Muestra N°**  
ZI.118.03/22

**Reporte N°**  
PF.ZI001.22

**Página**  
2/3

**Fecha**  
22/10/2022

### 01.01. PROPIEDAD FISICA NTP-399-613

**Tipo de Material:**

Adobe con 0.27% de Fibra y 50 % de Extracto (B)

#### ABSORCION

DATOS	UND	M-1	M - 2	M - 3	M - 4	PROMEDIO
PMSH	gr	5647.00	5380.00	5398.00	5628.00	5513.25
PMS	gr	6454.00	6280.00	6296.00	6520.00	6367.00

#### ABSORCION (Abs %)

MUESTRA	Peso	Peso	Ab%
M-1	6367.00	5513.25	15.49%
<b>Ab%PROMEDIO</b>			<b>15.49%</b>

**PMSH:** Peso de la Muestra Seca  
**PMS:** Peso de la Muestra Saturada

**Observaciones:** Del ensayo realizado se tiene como resultado, 15.49 % de absorcion

Elaborado por

  
**ZEMCO INGENIEROS S.A.C.**  
**V. Espinoza Bustillos**  
**TECNICO INSPECTORISTA**

Revisado por

  
**ZEMCO INGENIEROS S.A.C.**  
**Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS**  
**INGENIERO DE MINAS**  
**CP N° 138246**

## REPORTE DE ENSAYO

**Muestra N°**  
ZI.118.03/22

**Reporte N°**  
PF\_ZI002.22

**Página**  
3/3

**Fecha**  
22/10/2022

**01.02. PROPIEDAD FISICA**  
NTP-399-613

**Tipo de Material:**

Adobe con 0.13% de Fibra y 50 % de Extracto(C)

**ABSORCION**

DATOS	UND	M-1	M-2	M-3	M-4	PROMEDIO
FMSH	GR	5387.00	5623.00	5408.00	5803.00	5505.25
PMS	GR	6198.00	6450.00	6154.00	6370.00	6324.67

**ABSORCIÓN (Ab% )**

MUESTRA	P <sub>ss</sub>	P <sub>sat</sub>	Ab%
M-1	6324.67	5505.25	14.88%
<b>Ab%PROMEDIO</b>			<b>14.88%</b>

PMSH: Peso de la Muestra Seca  
PMS: Peso de la Muestra Saturada

Observaciones: Del ensayo realizado se tiene como resultado, 14.88 % de absorcion

Elaborado por

  
**ZEMCO INGENIEROS S.A.C.**  
**Vashi M. ESPINOZA**  
 TÉCNICO INGENIERO

Revisado por

  
**ZEMCO INGENIEROS S.A.C.**  
**Juan Carlos ESPINOZA BUSTILLOS**  
 INGENIERO DE MINAS  
 CIP N° 138249

## **ANEXO 03:**

### **Ficha de validación de instrumentos de investigación**

- Ficha de validación de instrumentos.
- Ficha de validación juicio de expertos.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS**



<b>TÍTULO:</b> Propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe con adición de fibras y extracto de maguey, Distrito de Yanahuanca, Pasco-2022	<b>TESISTA:</b> Inch. Darwin Silver LEÓN CORNELIO
<b>LUGAR Y FECHA:</b> 28-11-2022	

INDICADORES	CRITERIOS	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
		45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado.												X	
Objetividad	Está adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.													X
Actualidad	Usa instrumentos y métodos actuales.													X
Organización	Existe una organización lógica.												X	
Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.													X
Intencionalidad	Es adecuado para poder evaluar las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe.													X
Consistencia	Basado en aspectos teóricos y/o científicos.												X	
Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X
Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													X
Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.												X	

**APORTES Y/O SUGERENCIAS:**

<b>PROMEDIO DE VALORACIÓN:</b>	<input type="text" value="93%"/>	<b>NOMBRE DEL EXPERTO:</b>
<b>LUEGO DE REVIZAR EL INSTRUMENTO:</b>		N° CIP: 75212 DNE 22481355
- PROCEDE SU APLICACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>FIRMA Y SELLO:</b>
- DEBE CORREGIR	<input type="checkbox"/>	
		 <b>EARLE TANGOA BERNARDO</b> INGENIERO CIVIL CP-75212



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS**



<b>TÍTULO:</b> Propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe con adición de fibras y extracto de muguey, Distrito de Yanahuanca, Pasco-2022	<b>TESISTA:</b> Bach. Darwin Silver LEÓN CORNELIO
	<b>LUGAR Y FECHA:</b> 22-11-2022

INDICADORES	CRITERIOS	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
		45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado.													X
Objetividad	Está adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.													X
Actualidad	Usa instrumentos y métodos actuales.													X
Organización	Existe una organización lógica.													X
Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.													X
Intencionalidad	Es adecuado para poder evaluar las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe.													X
Consistencia	Basado en aspectos teóricos y/o científicos.													X
Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X
Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													X
Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.												X	

**APORTES Y/O SUGERENCIAS:**

<b>PROMEDIO DE VALORACIÓN:</b>	90%	<b>NOMBRE DEL EXPERTO:</b>
<b>LUEGO DE REVIZAR EL INSTRUMENTO:</b>		N° CIP: 61553
- PROCEDE SU APLICACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	DNE: 04025249
- DEBE CORREGIR	<input type="checkbox"/>	<b>FIRMA Y SELLO:</b>
		 <b>Ing. LEONOR ELMER LUGUILLAS PUENTE</b> INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 61553



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**FICHA DE VALIDACION DE INSTRUMENTOS**



<b>TITULO:</b> Propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe con adición de fibras y extracto de anguay, Distrito de Yanahuanca, Parco-2022	<b>TESISTA:</b> Bach. Darwin Silver LEÓN CORNELJO
	<b>LUGAR Y FECHA:</b> 20-11-2022

INDICADORES	CRITERIOS	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
		45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
<b>Claridad</b>	Está formulado con lenguaje apropiado.												X	
<b>Objetividad</b>	Está adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.												X	
<b>Actualidad</b>	Usa instrumentos y métodos actuales.												X	
<b>Organización</b>	Existe una organización lógica.												X	
<b>Suficiencia</b>	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
<b>Intencionalidad</b>	Es adecuado para poder evaluar las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe.												X	
<b>Consistencia</b>	Basado en aspectos teóricos y/o científicos.												X	
<b>Coherencia</b>	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X
<b>Metodología</b>	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
<b>Pertinencia</b>	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.												X	

**APORTES Y/O SUGERENCIAS:**

<b>PROMEDIO DE VALORACIÓN:</b>	90%	<b>NOMBRE DEL EXPERTO:</b>
<b>LUEGO DE REVIZAR EL INSTRUMENTO:</b>		N° CIP: 215380
- PROCEDE SU APLICACIÓN	X	DNE: 47024195
- DEBE CORREGIR	---	<b>FIRMA Y SELLO:</b>
		  <b>EMERSON JACK ASCANDI PACHECO</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 215380



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**FICHA DE VALIDACIÓN - JUICIO DE EXPERTOS**



<b>TÍTULO:</b> Propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe con adición de fibras y extracto de magüey, Distrito de Yanahuanca, Pasco-2022	<b>TESISTA:</b> Bach. Darwin Silver LEÓN CORNELIO <b>FECHA:</b> 22-11-2022
---	--

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	VALIDES DEL JUICIO DE EXPERTOS		
				INGENIERO 01	INGENIERO 02	INGENIERO 03
VARIABLE INDEPENDIENTE: Fibras y extracto de hojas de magüey	Proporción de fibras y extracto de hojas de magüey	GRUPO CONTROL (G0): Sin adición de fibras ni extracto de hojas de magüey.	Modelos estándar y especializados de ensayos de laboratorio de materiales.	0.75	0.80	0.79
		GRUPO 1 (G1): Con adición de 0.13 % de fibras y 50% extracto de hojas de magüey.	Modelos estándar y especializados de ensayos de laboratorio de materiales.	0.86	0.82	0.85
		GRUPO 2 (G2): Con adición de 0.27% de fibras y 50% de extracto de hojas de magüey.	Modelos estándar y especializados de ensayos de laboratorio de materiales.	0.85	0.90	0.84
VARIABLE DEPENDIENTE: Propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe.	Propiedades físicas	Ensayo granulométrico.	Modelo estándar de ensayo granulométrico y clasificación de suelos.	0.76	0.80	0.82
		Limites de consistencia.		0.78	0.81	0.83
		Ensayo de absorción.	Modelo estándar de ensayo de absorción.	0.92	0.89	0.95
	Propiedades mecánicas	Ensayo a compresión.	Modelo estándar de ensayo a compresión.	0.81	0.91	0.90
		Ensayo a flexión.	Modelo estándar de ensayo a flexión.	0.83	0.78	0.92
<b>INTERPRETACIÓN DEL VALOR DE LA VALIDEZ</b> (Según Hernández Nieto, 2002)			<b>SUMATORIA</b> <b>I</b>			
Valor de la validez obtenida	Interpretación	Mx	0.82	0.84	0.86	
0 ≤ Valor ≤ 0.60	Inaceptable	CVC.	0.87	0.92	0.91	
0.60 < Valor ≤ 0.70	Deficiente	Pe.	0.04	0.04	0.04	
0.70 < Valor ≤ 0.80	Aceptable	CVC.	0.85	0.88	0.87	
0.80 < Valor ≤ 0.90	Buena	Promedio de validez obtenida	0.87			
Valor > 0.90	Excelente					

**EARL TANGO BERNARDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 25212  
 INGENIERO N°1

**ING. LEONCIO ELMER LUCULLAS PUENTE**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 61553  
 INGENIERO N°2

**INGENIERO N°3**

**ANEXO 04:**

**Panel fotográfico**



## Panel fotográfico



**Fotografía:** Edificaciones de adobe en la ciudad de Yanahuanca.



**Fotografía:** Recolección previa de muestras para su análisis tacto visual y de campo, para la elección del suelo adecuado para la elaboración de las unidades de adobe, de los tres lugares designados.



**Fotografía:** Recolección de hojas de maguey del área designada.



**Fotografía:** Desarrollo de la prueba de sedimentación o decantación de partículas de las tres muestras recolectadas.



**Fotografía:** Prueba de la cintilla de barro y prueba de la pastilla, de las tres muestras recolectadas.



**Fotografía:** Prueba de resistencia seca y prueba de la pastilla, de las tres muestras recolectadas.



**Fotografía:** Recolección de suelo de la muestra seleccionada y materiales a utilizar para el desfibrado de las hojas de maguey.



**Fotografía:** Proceso de extracción de las fibras de hojas de maguey.



**Fotografía:** Proceso de obtención del extracto de hojas de maguey.



**Fotografía:** Lavado y peinado de las fibras obtenidas de las hojas de maguey.



**Fotografía:** Cortado de la paja y de las fibras ya secas de acuerdo a las dimensiones a utilizar.



**Fotografía:** Obtención de los pesos de materiales para el cálculo necesario a usar de acuerdo a lo requerido por el proyecto.



**Fotografía:** Porcentajes en peso de paja por dimensiones de ensayo a realizar.



**Fotografía:** Porcentajes en peso de fibra por dimensiones de ensayo a realizar.



**Fotografía:** Proporción de materiales a utilizar para las unidades de adobe tradicional con paja.



**Fotografía:** Mezclado del barro con paja y la culminación del proceso de fabricación de las unidades de adobe con paja (muestras de control).



**Fotografía:** Proporción de materiales a utilizar para la fabricación de unidades de adobe con adición de 0.27% de fibras y 50% de extracto.



**Fotografía:** Mezclado del extracto de maguey con el suelo.



**Fotografía:** Preparación de la mezcla con adición de 0.27% de fibras y 50% de extracto de maguey, y su posterior proceso de fabricación de unidades de adobe.



**Fotografía:** Proporción de materiales necesarios para la fabricación de unidades de 0.13% de fibras y 50% de extracto de maguey.



**Fotografía:** Mezclado de extracto y fibras de maguey con el suelo.



**Fotografía:** Mezclado del barro con adición de 0.27% de fibras y 50% de extracto de maguey y su posterior proceso de fabricación de las unidades de adobe.



**Fotografía:** Proceso de secado de las unidades de adobe.





**Fotografía:** Proceso de selección de las unidades de adobe a ser llevadas a laboratorio para su evaluación.



**Fotografía:** Llegada al laboratorio de las unidades de adobe y anotación de sus características y dimensiones de cada unidad de adobe.



**Fotografía:** Proceso de medición de dimensiones y pesos de cada unidad de adobe para el análisis de compresión y flexión.



**Fotografía:** Proceso de medición de dimensiones y pesos de cada unidad de adobe para el análisis de flexión.



**Fotografía:** Proceso de medición de dimensiones y pesos de cada unidad de adobe para el análisis de absorción.



**Fotografía:** Proceso de inmersión de la unidad de adobe con paja (A), el cual pasado 24 horas se ve una saturación total.



**Fotografía:** Proceso de inmersión de la unidad de adobe con adición de 0.27% de fibra y 50% de extracto de magüey, el cual pasado las 24 horas la unidad de adobe aún se mantiene.



**Fotografía:** Proceso de inmersión de la unidad de adobe con adición de 0.13% de fibra y 50% de extracto de magüey, el cual pasado las 24 horas la unidad de adobe aún se mantiene.



**Fotografía:** Proceso de clasificación de muestras de suelos después del tamizado.



**Fotografía:** Proceso de análisis de rotura de compresión y flexo compresión de la unidad de adobe.



**Fotografía:** Proceso de ensayo de compresión de la unidad de adobe con adición de fibras y extracto de maguey.



**Fotografía:** Proceso de ensayo de compresión de la unidad de adobe.



**Fotografía:** Muestras de adobe después del ensayo de rotura a la compresión.



**Fotografía:** Proceso del ensayo de flexo compresión de las unidades de adobe.



**Fotografía:** Ensayo de flexo compresión de las unidades de adobe.



**Fotografía:** Muestras después de sufrir el esfuerzo de flexo compresión.



**Fotografía:** Muestras después de sufrir el esfuerzo de flexo compresión.