



# UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

---

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO-MECÁNICO DEL ADOBE ELABORADO SEGÚN NORMA E.080, ADICIONADO CON MUCÍLAGO DE GIGANTÓN, UTILIZANDO INSUMOS DE LA REGIÓN DEL CUSCO, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL ARTESANAL ELABORADO EN EL SECTOR ADOBEROS, DISTRITO DE SAN JERÓNIMO - CUSCO”**

---

Presentada por los bachilleres:

**TAPIA PAREDES, Thalía Joselyn.**

**HUANCACHOQUE USCA, Jose.**

**“Para Optar El Título Profesional De  
Ingeniero Civil”**

Asesor:

**Ing. Edson Salas Fortón.**

CUSCO - PERÚ

2016



## DEDICATORIA

*A Dios, por darme todas las oportunidades de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.*

*A mi madre Margot Paredes Pizarro, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo, y por ser el pilar fundamental en todo lo que soy. Mamá gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto te lo debo a ti.*

*Atte.: Thalia Josefyn Tapia Paredes.*



## DEDICATORIA

*A Dios y a la Virgen de las Nieves, quienes inspiraron mi espíritu para la conclusión de esta tesis. A mis padres Marco Bartolomé Huancachoque Araoz y Celina Usca de Huancachoque, por el apoyo incondicional y a quienes les debo la vida.*

*A mis hermanos Marco, Eduardo y Betsy quienes a la distancia me dieron la fuerza y comprensión para culminar el presente trabajo.*

*Atte.: Jose Huancachoque Usca.*



## AGRADECIMIENTOS

*Agradecer a Dios por estar siempre presente en nuestras vidas, por bendecirnos y ser nuestro apoyo espiritual más grande.*

*Agradecer a nuestras familias por su apoyo y cariño y comprensión.*

*Agradecer a nuestro asesor de Tesis. Ing. Edson Salas Fortón, por su apoyo, tiempo y dedicación.*

*También agradecer a nuestros docentes Ingenieros de la Universidad Andina del Cusco por la calidad humana y profesional que nos demostraron e inculcaron, y además gracias por haber influenciado positivamente en nuestra formación profesional.*

*Finalmente, agradecer a nuestros amigos por su compañía y apoyo incondicional en todo momento, a quienes conocimos en momentos oportunos de nuestras vidas y quienes con sus palabras de aliento siempre estuvieron apoyándonos incondicionalmente.*

*A todos ellos,*

*Gracias por Todo.*

*Atte.: Thalía Josefyn Tapia Paredes y Jose Huancachoque Usca.*



## RESUMEN

La presente Tesis denominada: *“Evaluación del Comportamiento Físico-Mecánico del adobe elaborado según Norma E.080, adicionado con mucílago de gigantón, utilizando insumos de la Región del Cusco, comparado con el adobe Tradicional Artesanal elaborado en el sector adoberos, Distrito de San Jerónimo - Cusco”*. Tiene por objetivo, evaluar el comportamiento físico mecánico del adobe adicionado con mucílago de gigantón, mediante ensayos de resistencia a la compresión, humedad y acción de desgaste producido por el agua; y comparar los resultados del adobe adicionado, respecto a un adobe tradicional. Para ello se utilizaron insumos de la región del Cusco y se evaluaron testigos de adobes tradicionales y adicionados con porcentajes de 3%, 5%, 7% y 9% respecto al peso seco del suelo.

A manera de evaluar el comportamiento de cada uno de los testigos, luego de un mes de secado, los testigos fueron sometidos a las pruebas de variación de dimensiones, resistencia a la compresión, absorción y succión.

Finalmente, luego de evaluar los resultados obtenidos y compararlos entre sí, se concluyó que el mucílago de gigantón, como estabilizante, otorga mejoras significativas a las propiedades físico- mecánicas del adobe.

***Palabras clave: adobe, mucílago de gigantón, comportamiento físico-mecánico, resistencia a la compresión, porcentaje de absorción, porcentaje de succión.***



## ABSTRACT

This thesis entitled: *"Evaluation of physical-mechanical behavior of adobe elaborated according to Norm E.080, which it was added with mucilage of giganton, using supplies from the region of Cusco, compared to adobe traditional handmade elaborated in place of Adoberos, San Jeronimo district - Cusco"*. Aims to evaluate the physical-mechanical behavior of adobe it was added with mucilage of giganton, through tests compressive strength, humidity and wear from action of water; and compare the results of adobe it was added with mucilage of giganton, compared to a traditional adobe.

To do this were used supplies from the Cusco region, and were evaluated samples traditional adobes, and samples of adobe stabilized with percentages 3%, 5 %, 7 % and 9 % relative to the dry weight of the soil.

As a way to evaluate the performance of each of the witnesses, after a month of drying, witnesses were subjected to tests, like dimensions variation, compressive strength, absorption, and suction.

Finally, after evaluating the results obtained and comparison between them, it was concluded that the mucilage of Giganton, as a stabilizer, provides significant improvements to the physical-mechanical properties of adobe.

***Keywords: adobe, mucilage of giganton, physical-mechanical behavior, compressive strength, absorption percentage, suctions percentage.***



## INTRODUCCIÓN

El adobe es un elemento muy importante en las construcciones de nuestro país, si bien es cierto que hoy en día existen otras alternativas de materiales de construcción, el uso del adobe está aún vigente y es muy usado especialmente en zonas rurales. El principal problema que se observó es que el adobe es muy limitado en cuanto a resistencia a la compresión. Por otro lado el adobe es muy vulnerable ante situaciones de exposición prolongada al agua, como pueden ser por ejemplo, las lluvias, inundaciones o algún otro evento similar, o sea la capacidad de absorción que presenta el adobe también es limitada.

Razón por la cual surge este trabajo de investigación, el cual evalúa las propiedades físico mecánicas de una unidad de adobe adicionada con un aditivo natural denominado mucílago de gigantón, y compara los resultados obtenidos con los de las unidades de adobe tradicionales artesanales.

La investigación consiste inicialmente en la elaboración de testigos de adobe tradicionales artesanales y testigos adicionados con diferentes porcentajes de mucílago de gigantón. Previa a la elaboración se analizan los insumos a utilizar y se comprueba que cumplan lo establecido por la Norma E.080 - Adobe, luego durante el proceso de secado se evalúa el grado de deformación que sufren las unidades de adobe.

Posteriormente para el análisis y comparación del comportamiento físico-mecánico de los testigos, se realizan ensayos para la determinación de la resistencia a la compresión de los testigos secos y saturados, la capacidad de absorción de humedad, y la capacidad de succión capilar que presenten los testigos tradicionales artesanales, y las adicionadas con mucílago de gigantón.

Finalmente se puede observar la mejora sustantiva que aporta la adición del porcentaje óptimo del mucílago de gigantón, obteniéndose mayor resistencia a la compresión de unidades secas y saturadas, menor variación de dimensiones, menor capacidad de succión y menor capacidad de absorción.



## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>i</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>iii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>xv</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>xxiii</b>
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>1</b>
1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.1.2. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA .....	5
1.1.2.1. Formulación interrogativa del problema general .....	5
1.1.2.2. Formulación interrogativa de los problemas específicos .....	5
☞ Pregunta Específica N°1 .....	5
☞ Pregunta Específica N°2 .....	5
☞ Pregunta Específica N°3 .....	5
☞ Pregunta Específica N°4 .....	6
☞ Pregunta Específica N°5 .....	6
☞ Pregunta Específica N°6 .....	6
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	6
1.2.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA .....	6
1.2.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL .....	7
1.2.3. JUSTIFICACIÓN POR VIABILIDAD .....	7
1.2.4. JUSTIFICACIÓN POR RELEVANCIA .....	7
1.3. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	8
1.3.1. LIMITACIONES GEOGRÁFICAS .....	8
1.3.2. LIMITACIONES DE INVESTIGACIÓN .....	8
1.3.3. LIMITACIONES DE ESTUDIO .....	8
1.4. OBJETIVOS .....	9
1.4.1. OBJETIVO GENERAL .....	9





1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... 9

- ☞ Objetivo Específico N°1 ..... 9
- ☞ Objetivo Específico N°2 ..... 9
- ☞ Objetivo Específico N°3 ..... 9
- ☞ Objetivo Específico N°4 ..... 9
- ☞ Objetivo Específico N°5 ..... 10
- ☞ Objetivo Específico N°6 ..... 10

1.5. HIPÓTESIS ..... 10

1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL ..... 10

1.5.2. SUB HIPÓTESIS ..... 10

- ☞ Sub Hipótesis N°1 ..... 10
- ☞ Sub Hipótesis N°2 ..... 11
- ☞ Sub Hipótesis N°3 ..... 11
- ☞ Sub Hipótesis N°4 ..... 11
- ☞ Sub Hipótesis N°5 ..... 11
- ☞ Sub Hipótesis N°6 ..... 11

1.6. DEFINICIÓN DE VARIABLES ..... 12

1.6.1. VARIABLES INDEPENDIENTES..... 12

- 1.6.1.1. Descripción de Variables Independientes ..... 12
- 1.6.1.2. Indicadores de Variables Independientes ..... 12

1.6.2. VARIABLES DEPENDIENTES ..... 12

- 1.6.2.1. Descripción de Variables Dependientes..... 12
- 1.6.2.2. Indicadores de Variables Dependientes ..... 13

1.7. CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES ..... 14

**CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO ..... 16**

2.1. ANTECEDENTES DE LA TESIS. .... 16

2.1.1. ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL ..... 16

- Evaluación del comportamiento físico mecánico del adobe estabilizado con cal y goma de tuna..... 16
- Propuesta de aditivos naturales y microfibras de papel para reparar fisuras en muros de monumentos históricos de tierra..... 17
- Mejoramiento de las construcciones de adobe ante una exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones..... 18

2.1.2. ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL ..... 18



2.2. ASPECTOS TEÓRICOS PERTINENTES ..... 19

2.2.1. ADOBE ..... 19

2.2.1.1. Características del adobe ..... 19

2.2.1.2. Cualidades del adobe..... 20

2.2.1.3. Clasificación del adobe ..... 20

2.2.1.4. Requisitos generales de una unidad o bloque de adobe ..... 21

2.2.1.5. Formas y dimensiones de una unidad o bloque de adobe ..... 21

2.2.1.6. Recomendaciones para la elaboración de una unidad o bloque de adobe..... 22

2.2.1.7. Materiales para su elaboración ..... 22

2.2.2. COMPONENTES DEL ADOBE..... 23

2.2.2.1. Tierra ..... 23

2.2.2.2. Paja ..... 24

2.2.2.3. Agua ..... 25

2.2.2.4. El gigantón ..... 25

    ☞ Características..... 26

    ☞ Cultivo ..... 26

2.2.3. CONSIDERACIONES PARA LA PREPARACIÓN DE LAS UNIDADES  
DE ADOBE ESTABILIZADO ..... 26

2.2.3.1. PREPARACIÓN DE LA mezcla ..... 27

2.2.3.2. El tendal..... 27

2.2.3.3. Gaveras..... 27

2.2.3.4. Moldeo de los adobes ..... 28

2.2.3.5. Secado y almacenamiento ..... 28

2.2.4. PROCESO DE FABRICACIÓN de ADOBES..... 29

2.2.4.1. Selección de Suelos..... 29

    ☞ Pruebas de granulometría ..... 30

    ☞ Pruebas de plasticidad o prueba del rollo ..... 32

    ☞ Pruebas de resistencia o prueba del disco..... 33

    ☞ Pruebas con ensayos de campo..... 33

2.2.4.2. Hidratación previa ..... 35

2.2.4.3. Moldeado..... 35

2.2.4.4. Secado ..... 35

2.2.4.5. Pulido ..... 36

2.2.5. ESTABILIZADO ..... 36



- 2.2.5.1. Generalidades ..... 36
- 2.2.5.2. Definición..... 37
- 2.2.5.3. Procedimientos de estabilización ..... 37
- 2.2.5.4. Estabilización con mucílago de gigantón..... 40
- 2.2.6. ENSAYOS ..... 41
  - 2.2.6.1. Ensayo de resistencia a la compresión ..... 41
  - 2.2.6.2. Ensayo de absorción..... 42
  - 2.2.6.3. Ensayo de succión ..... 42
- CAPÍTULO III: METODOLOGÍA ..... 44**
  - 3.1. METODOLOGÍA DE LA TESIS ..... 44
    - 3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN..... 44
      - 3.1.1.1. Investigación Cuantitativa..... 44
    - 3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN ..... 44
      - 3.1.2.1. Nivel Descriptivo – Correlacional..... 44
    - 3.1.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN ..... 45
      - 3.1.3.1. Método Hipotético – Deductivo..... 45
  - 3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN ..... 45
    - 3.2.1. DISEÑO METODOLÓGICO ..... 45
    - 3.2.2. DISEÑO DE INGENIERÍA..... 48
  - 3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA ..... 49
    - 3.3.1. POBLACIÓN..... 49
      - 3.3.1.1. Descripción de la Población..... 49
      - 3.3.1.2. Cuantificación de la Población..... 49
    - 3.3.2. MUESTRA..... 49
      - 3.3.2.1. Descripción de la Muestra..... 49
      - 3.3.2.2. Cuantificación de la Muestra..... 49
      - 3.3.2.3. Método de Muestreo..... 50
      - 3.3.2.4. Criterios de evaluación de muestra ..... 50
    - 3.3.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN ..... 51
  - 3.4. INSTRUMENTOS ..... 51
    - 3.4.1. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS O INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ..... 52
    - 3.4.2. INSTRUMENTOS DE INGENIERÍA..... 56
      - 3.4.2.1. Máquina de Compresión. .... 56



- 3.4.2.2. Termómetro..... 56
- 3.4.2.3. Horno..... 57
- 3.4.2.4. Balanza..... 57
- 3.5. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ..... 58
  - 3.5.1. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ADOBE TRADICIONAL ARTESANAL..... 58
    - a. Equipos utilizados en la prueba..... 58
    - b. Procedimiento..... 58
    - c. Toma de datos..... 59
  - 3.5.2. PRUEBAS PARA DETERMINAR SI EL SUELO ES APTO PARA SU USO... 63
    - a. Equipos utilizados en la prueba..... 63
    - b. Procedimiento..... 63
    - c. Toma de datos..... 65
  - 3.5.3. EXTRACCIÓN DEL MUCÍLAGO..... 67
    - a. Equipos utilizados en la prueba..... 67
    - b. Procedimiento..... 67
  - 3.5.4. PREPARACIÓN DE LOS TESTIGOS ..... 70
    - a. Equipos utilizados en la prueba..... 70
    - b. Procedimiento..... 70
  - 3.5.5. ENSAYO DE VARIACIÓN DE DIMENSIONES ..... 76
    - a. Equipos utilizados en la prueba..... 76
    - b. Procedimiento..... 76
    - c. Toma de datos..... 77
  - 3.5.6. ENSAYO DE SUCCIÓN..... 84
    - a. Equipos utilizados en la prueba..... 84
    - b. Procedimiento..... 84
    - c. Toma de Datos..... 88
  - 3.5.7. ENSAYO DE ABSORCIÓN ..... 91
    - a. Equipos Utilizados en la Prueba..... 91
    - b. Procedimiento..... 91
    - c. Toma de Datos..... 95
  - 3.5.8. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN..... 97
    - a. Equipos utilizados ..... 97
    - a. Procedimiento..... 97



- c. Toma de Datos..... 101
- 3.5.9. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS SATURADOS..... 107
  - a. Equipos utilizados ..... 107
  - a. Procedimiento..... 107
  - c. Toma de Datos..... 109
- 3.6. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS ..... 116
  - 3.6.1. PRUEBA PARA DETERMINAR EL TIPO DE SUELO ..... 116
    - a. Procedimiento o Cálculos de Prueba..... 116
    - b. Tablas ..... 117
    - c. Análisis de la Prueba ..... 117
  - 3.6.2. ENSAYO DE VARIACIÓN DE DIMENSIONES ..... 118
    - a. Procedimiento o Cálculos de Prueba..... 118
    - b. Tablas ..... 118
    - c. Análisis de la Prueba ..... 131
  - 3.6.3. ENSAYO DE SUCCIÓN..... 132
    - a. Procedimiento o Cálculos de Prueba..... 132
    - b. Tablas ..... 132
    - c. Análisis de la Prueba ..... 137
  - 3.6.4. ENSAYO DE ABSORCIÓN ..... 138
    - a. Procedimiento o Cálculos de Prueba..... 138
    - b. Tablas ..... 138
    - c. Análisis de la Prueba ..... 142
  - 3.6.5. ENSAYO DE COMPRESIÓN ..... 143
    - a. Procedimiento o Cálculos de Prueba..... 143
    - b. Tablas ..... 143
    - c. Análisis de la Prueba ..... 156
  - 3.6.6. ENSAYO DE COMPRESIÓN DE TESTIGOS SATURADOS ..... 157
    - a. Procedimiento o Cálculos de Prueba..... 157
    - b. Tablas ..... 157
    - c. Análisis de la Prueba ..... 170
- CAPÍTULO IV: RESULTADOS..... 171**
  - 4.1. RESULTADOS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ADOBE TRADICIONAL ARTESANAL..... 171



4.2. RESULTADOS DE LA PRUEBA PARA DETERMINAR SI EL SUELO ES APTO PARA SU USO..... 173

4.3. RESULTADOS del ENSAYO DE VARIACIÓN DE DIMENSIONES ..... 175

4.4. RESULTADOS del ENSAYO DE SUCCIÓN ..... 177

4.5. RESULTADOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN..... 179

4.6. RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN ..... 181

4.7. RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN DE TESTIGOS SATURADOS ..... 183

**CAPÍTULO V: DISCUSIÓN ..... 185**

- ☞ ¿El lugar de procedencia del gigantón influirá en el aporte a las propiedades físico mecánicas de las unidades estabilizadas?..... 185
- ☞ ¿Qué proporción de agua/gigantón se usó para la extracción del mucilago de gigantón y por qué? ¿Se recomienda la proporción utilizada?..... 185
- ☞ ¿Por qué se corta el gigantón en trozos para la extracción del mucilago? ¿Es recomendable esta forma de extracción? ..... 185
- ☞ ¿El tipo de suelo usado cumple todos los parámetros establecidos para ser usado en la fabricación de adobe?..... 186
- ☞ ¿En cuánto a variación de dimensiones, los adobes adicionados con qué porcentaje de adición de mucilago de gigantón presenta menores variaciones? ... 186
- ☞ ¿Los adobes adicionados con qué porcentaje de adición de mucilago de gigantón presentan menor porcentaje de succión? ..... 187
- ☞ ¿Con qué porcentaje de adición de mucilago de gigantón los adobes tienen una menor capacidad de absorción?..... 187
- ☞ ¿Los adobes adicionados con qué porcentaje de adición de mucilago de gigantón presentan valores de resistencia a la compresión mayores?..... 187
- ☞ ¿Los adobes saturados, adicionados con qué porcentaje de adición de mucilago de gigantón presentan mayores valores de resistencia a la compresión? 187
- ☞ ¿Se puede decir que a mayor porcentaje de adición de mucilago de gigantón, existe mayor resistencia a la compresión? ..... 188
- ☞ ¿Por qué las unidades artesanales tradicionales no llegaron a los valores mínimos de resistencia a la compresión que establece la norma E.080 - adobe? .. 188
- ☞ ¿Qué ocurrencias hubo durante la recolección de datos en campo (encuestas)? 188



☞ ¿Se observó algún efecto secundario de la adición del mucílago de gigantón?  
189

☞ ¿Se puede decir que el mucílago de gigantón es un buen estabilizante?..... 189

**GLOSARIO ..... 190**

**CONCLUSIONES..... 193**

CONCLUSIÓN N°1..... 193

CONCLUSIÓN N°2..... 193

CONCLUSIÓN N°3..... 194

CONCLUSIÓN N°4..... 194

CONCLUSIÓN N°5..... 195

CONCLUSIÓN N°6..... 195

CONCLUSIÓN N°7..... 196

**RECOMENDACIONES..... 197**

RECOMENDACIÓN N°1 ..... 197

RECOMENDACIÓN N°2 ..... 197

RECOMENDACIÓN N°3 ..... 197

RECOMENDACIÓN N°4 ..... 197

RECOMENDACIÓN N°5 ..... 197

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 198**

**ANEXOS ..... 200**



## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1 CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES. ....	14
TABLA N° 2 MÉTODO PARA ESTABLECER SI UN SUELO ES APTO PARA FABRICAR ADOBES. ....	34
TABLA N° 3 LEYENDA DEL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	46
TABLA N° 4 MÉTODO DE MUESTREO .....	50
TABLA N° 5 FORMATO – ENCUESTA PARA DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS ADOBES TRADICIONALES ARTESANALES.....	52
TABLA N° 6 FORMATO - PRUEBAS PARA DETERMINAR SI EL SUELO ES APTO PARA SU USO. ....	53
TABLA N° 7 FORMATO - ENSAYO DE VARIACIÓN DE DIMENSIONES.....	53
TABLA N° 8 FORMATO - ENSAYO DE SUCCIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE. ...	54
TABLA N° 9 FORMATO - ENSAYO DE ABSORCIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE. ....	54
TABLA N° 10 FORMATO – ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN. ....	55
TABLA N° 11 RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA PRUEBA DE LA BOTELLA .....	59
TABLA N° 12 RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA PRIMERA FÁBRICA.....	59
TABLA N° 13 RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA SEGUNDA FÁBRICA .....	60
TABLA N° 14 RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA TERCERA FÁBRICA .....	61
TABLA N° 15 RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA CUARTA FÁBRICA.....	62
TABLA N° 18 PRUEBAS PARA DETERMINAR SI EL SUELO ES APTO PARA SU USO.....	66
TABLA N° 16 CANTIDAD DE TIERRA .....	71
TABLA N° 17 CANTIDAD DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN EN LITROS QUE AÑADE AL BARRO SEGÚN CADA PORCENTAJE. ....	72
TABLA N° 19 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DE DIMENSIONES DE LOS TESTIGOS DE ADOBE TRADICIONALES ARTESANALES. ....	78
TABLA N° 20 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DE DIMENSIONES DE LOS TESTIGOS DE ADOBE TRADICIONALES ELABORADOS SEGÚN NORMA.....	79
TABLA N° 21 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DE DIMENSIONES DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 3% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN.....	80
TABLA N° 22 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DE DIMENSIONES DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 5% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN.....	81
TABLA N° 23 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DE DIMENSIONES DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS	





SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 7% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN..... 82

TABLA N° 24 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DE DIMENSIONES DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 9% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN..... 83

TABLA N° 25 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE SUCCIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE TRADICIONALES ARTESANALES ..... 89

TABLA N° 26 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE SUCCIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE TRADICIONALES ELABORADOS SEGÚN NORMA..... 89

TABLA N° 27 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE SUCCIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 3% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN..... 89

TABLA N° 28 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE SUCCIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 5% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN..... 90

TABLA N° 29 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE SUCCIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 7% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN..... 90

TABLA N° 30 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE SUCCIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 9% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN..... 90

TABLA N° 31 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE TRADICIONALES ARTESANALES..... 95

TABLA N° 32 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE TRADICIONALES ELABORADOS SEGÚN NORMA..... 95

TABLA N° 33 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 3% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN..... 95

TABLA N° 34 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 5% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN..... 96

TABLA N° 35 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 7% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN..... 96

TABLA N° 36 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 9% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN..... 96

TABLA N° 37 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE TRADICIONALES ARTESANALES. .... 101



TABLA N° 38 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE TRADICIONALES ELABORADOS SEGÚN NORMA..... 102

TABLA N° 39 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 3% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN..... 103

TABLA N° 40 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 5% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN..... 104

TABLA N° 41 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 7% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN..... 105

TABLA N° 42 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 9% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN..... 106

TABLA N° 43 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE TRADICIONALES ARTESANALES SATURADOS. .... 110

TABLA N° 44 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE TRADICIONALES SATURADOS ELABORADOS SEGÚN NORMA..... 111

TABLA N° 45 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 3% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN, SATURADOS..... 112

TABLA N° 46 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 5% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN, SATURADOS..... 113

TABLA N° 47 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 7% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN, SATURADOS..... 114

TABLA N° 48 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 9% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN, SATURADOS..... 115

TABLA N° 49 CÁLCULO DE LA VARIACIÓN DE DIMENSIONES PARA LOS TESTIGOS DE ADOBE TRADICIONALES ARTESANALES. .... 119



TABLA N° 50 CÁLCULO DE LA VARIACIÓN DE DIMENSIONES PARA LOS TESTIGOS DE ADOBE TRADICIONALES ELABORADOS SEGÚN NORMA. .... 120

TABLA N° 51 CÁLCULO DE LA VARIACIÓN DE DIMENSIONES PARA LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 3% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN. .... 121

TABLA N° 52 CÁLCULO DE LA VARIACIÓN DE DIMENSIONES PARA LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 5% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN. .... 122

TABLA N° 53 CÁLCULO DE LA VARIACIÓN DE DIMENSIONES PARA LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 7% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN. .... 123

TABLA N° 54 CÁLCULO DE LA VARIACIÓN DE DIMENSIONES PARA LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 9% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN. .... 124

TABLA N° 55 PROMEDIO DE VARIACIÓN DE DIMENSIONES PARA LOS TESTIGOS DE ADOBE TRADICIONALES ARTESANALES. .... 125

TABLA N° 56 PROMEDIO DE VARIACIÓN DE DIMENSIONES PARA LOS TESTIGOS DE ADOBE TRADICIONALES ELABORADOS SEGÚN NORMA. .... 126

TABLA N° 57 PROMEDIO DE VARIACIÓN DE DIMENSIONES PARA LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 3% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN. .... 127

TABLA N° 58 PROMEDIO DE VARIACIÓN DE DIMENSIONES PARA LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 5% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN. .... 128

TABLA N° 59 PROMEDIO DE VARIACIÓN DE DIMENSIONES PARA LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 7% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN. .... 129

TABLA N° 60 PROMEDIO DE VARIACIÓN DE DIMENSIONES PARA LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 9% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN. .... 130

TABLA N° 61 CÁLCULO DE LOS VALORES DE SUCCIÓN UNITARIA Y PROMEDIO DE LOS TESTIGOS DE ADOBE TRADICIONALES ARTESANALES. .... 133

TABLA N° 62 CÁLCULO DE LOS VALORES DE SUCCIÓN UNITARIA Y PROMEDIO DE LOS TESTIGOS DE ADOBE TRADICIONALES ELABORADOS SEGÚN NORMA. .... 133

TABLA N° 63 CÁLCULO DE LOS VALORES DE SUCCIÓN UNITARIA Y PROMEDIO DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 3% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN. .... 133

TABLA N° 64 CÁLCULO DE LOS VALORES DE SUCCIÓN UNITARIA Y PROMEDIO DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS



SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 5% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN..... 134

TABLA N° 65 CÁLCULO DE LOS VALORES DE SUCCIÓN UNITARIA Y PROMEDIO DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 7% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN..... 134

TABLA N° 66 CÁLCULO DE LOS VALORES DE SUCCIÓN UNITARIA Y PROMEDIO DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 9% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN..... 134

TABLA N° 67 PROMEDIO DE VARIACIÓN DE SUCCIÓN PARA LOS TESTIGOS DE ADOBE TRADICIONALES ARTESANALES. .... 135

TABLA N° 68 PROMEDIO DE VARIACIÓN DE SUCCIÓN PARA LOS TESTIGOS DE ADOBE TRADICIONALES ELABORADOS SEGÚN NORMA..... 135

TABLA N° 69 PROMEDIO DE VARIACIÓN DE SUCCIÓN PARA LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 3% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN. .... 135

TABLA N° 70 PROMEDIO DE VARIACIÓN DE SUCCIÓN PARA LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 5% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN. .... 136

TABLA N° 71 PROMEDIO DE VARIACIÓN DE SUCCIÓN PARA LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 7% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN. .... 136

TABLA N° 72 PROMEDIO DE VARIACIÓN DE SUCCIÓN PARA LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 9% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN. .... 136

TABLA N° 73 CÁLCULO DE LOS VALORES DE ABSORCIÓN UNITARIA Y PROMEDIO DE LOS TESTIGOS DE ADOBE TRADICIONALES ARTESANALES. .... 139

TABLA N° 74 CÁLCULO DE LOS VALORES DE ABSORCIÓN UNITARIA Y PROMEDIO DE LOS TESTIGOS DE ADOBE TRADICIONALES ELABORADOS SEGÚN NORMA..... 139

TABLA N° 75 CÁLCULO DE LOS VALORES DE ABSORCIÓN UNITARIA Y PROMEDIO DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 3% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN..... 139

TABLA N° 76 CÁLCULO DE LOS VALORES DE ABSORCIÓN UNITARIA Y PROMEDIO DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 5% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN..... 140

TABLA N° 77 CÁLCULO DE LOS VALORES DE ABSORCIÓN UNITARIA Y PROMEDIO DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 7% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN..... 140



TABLA N° 78 CÁLCULO DE LOS VALORES DE ABSORCIÓN UNITARIA Y PROMEDIO DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 9% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN..... 140

TABLA N° 79 PROMEDIO DE VARIACIÓN DE ABSORCIÓN PARA LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 5% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN..... 141

TABLA N° 80 PROMEDIO DE VARIACIÓN DE ABSORCIÓN PARA LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 7% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN..... 141

TABLA N° 81 PROMEDIO DE VARIACIÓN DE ABSORCIÓN PARA LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 9% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN..... 141

TABLA N° 82 CÁLCULO DE LOS VALORES DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE TRADICIONALES ARTESANALES. .... 144

TABLA N° 83 CÁLCULO DE LOS VALORES DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE TRADICIONALES ELABORADOS SEGÚN NORMA..... 145

TABLA N° 84 CÁLCULO DE LOS VALORES DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 3% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN..... 146

TABLA N° 85 CÁLCULO DE LOS VALORES DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 5% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN..... 147

TABLA N° 86 CÁLCULO DE LOS VALORES DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 7% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN..... 148

TABLA N° 87 PROMEDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN FINAL PARA LOS TESTIGOS DE ADOBE TRADICIONALES ARTESANALES..... 150

TABLA N° 88 PROMEDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN FINAL PARA LOS TESTIGOS DE ADOBE TRADICIONALES ELABORADOS SEGÚN NORMA..... 151

TABLA N° 89 PROMEDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN FINAL PARA LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 3% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN..... 152

TABLA N° 90 PROMEDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN FINAL PARA LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 5% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN..... 153



TABLA N° 91 PROMEDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN FINAL PARA  
LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA  
ADICIONADOS CON 7% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN..... 154

TABLA N° 92 PROMEDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN FINAL PARA  
LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA  
ADICIONADOS CON 9% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN..... 155

TABLA N° 93 CÁLCULO DE LOS VALORES DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A  
LA COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE  
TRADICIONALES ARTESANALES, SATURADOS. .... 158

TABLA N° 94 CÁLCULO DE LOS VALORES DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A  
LA COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE  
TRADICIONALES SATURADOS, ELABORADOS SEGÚN NORMA.. 159

TABLA N° 95 CÁLCULO DE LOS VALORES DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A  
LA COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS  
SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 3% DE MUCÍLAGO DE  
GIGANTÓN, SATURADOS..... 160

TABLA N° 96 CÁLCULO DE LOS VALORES DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A  
LA COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS  
SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 5% DE MUCÍLAGO DE  
GIGANTÓN, SATURADOS..... 161

TABLA N° 97 CÁLCULO DE LOS VALORES DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A  
LA COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS  
SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 7% DE MUCÍLAGO DE  
GIGANTÓN..... 162

TABLA N° 98 PROMEDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN FINAL PARA  
LOS TESTIGOS DE ADOBE TRADICIONALES ARTESANALES  
SATURADOS..... 164

TABLA N° 99 PROMEDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN FINAL PARA  
LOS TESTIGOS DE ADOBE TRADICIONALES SATURADOS  
ELABORADOS SEGÚN NORMA..... 165

TABLA N° 100 PROMEDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN FINAL PARA  
LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA  
ADICIONADOS CON 3% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN,  
SATURADOS..... 166

TABLA N° 101 PROMEDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN FINAL PARA  
LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA  
ADICIONADOS CON 5% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN,  
SATURADOS..... 167

TABLA N° 102 PROMEDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN FINAL PARA  
LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA  
ADICIONADOS CON 7% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN,  
SATURADOS..... 168

TABLA N° 103 PROMEDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN FINAL PARA  
LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA



---

ADICIONADOS CON 9% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN, SATURADOS.....	169
TABLA N° 104 RESULTADOS DE LOS PORCENTAJES DE LOS SUELOS USADOS POR LOS FABRICANTES .....	171
TABLA N° 105 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DEL SUELO.....	173
TABLA N° 106 RESULTADOS DE LA VARIACIÓN DE DIMENSIONES PARA LOS TESTIGOS DE ADOBE.....	175
TABLA N° 107 RESULTADOS DE SUCCIÓN PARA LOS TESTIGOS DE ADOBE.....	177
TABLA N° 108 RESULTADOS DE ABSORCIÓN PARA LOS TESTIGOS DE ADOBE.....	179
TABLA N° 109 RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA LOS TESTIGOS DE ADOBE.....	181
TABLA N° 110 RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA LOS TESTIGOS DE ADOBE SATURADOS.....	183



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1 COLAPSO Y RAJADURA DE UNA VIVIENDA DE ADOBE. .... 1

FIGURA N° 2 COLAPSO DE VIVIENDA DE ADOBE POR LLUVIAS EN SAN SEBASTIÁN. .... 2

FIGURA N° 3 VIVIENDA DE ADOBE INUNDADA POR DESBORDE DE RIO EN IZCUCHACA – ANTA. .... 2

FIGURA N° 4 IGLESIA DE ADOBE INUNDADA POR DESBORDE DE RIO EN IZCUCHACA – ANTA. .... 3

FIGURA N° 5 VIVIENDA DE ADOBE INUNDADA Y RAJADA POR DESBORDE DE RIO EN IZCUCHACA – ANTA. .... 3

FIGURA N° 6 VIVIENDA DE ADOBE INUNDADA POR DESBORDE DE RIO EN IZCUCHACA – ANTA. .... 4

FIGURA N° 7 VIVIENDA DE ADOBE INUNDADA, RAJADA Y COLAPSADA POR DESBORDE DE RIO EN IZCUCHACA – ANTA. .... 4

FIGURA N° 8 SUELO ARCILLOSO ..... 23

FIGURA N° 9 ESPECIE DE GIGANTÓN - TRICHOCEREUS PERUVIANUS (ANTORCHA PERUANA). .... 26

FIGURA N° 10 COMPOSICIÓN INICIAL DE LA PRUEBA GRANULOMÉTRICA. AGREGANDO AGUA A LA TIERRA. .... 30

FIGURA N° 11 COMPOSICIÓN FINAL DE LA PRUEBA GRANULOMÉTRICA. DETERMINANDO LA PROPORCIÓN DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES DE LA TIERRA. .... 31

FIGURA N° 12 DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE LA TIERRA Y DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LA MISMA. .... 32

FIGURA N° 13 DETERMINACIÓN DE LA RIGIDEZ DEL MATERIAL. .... 33

FIGURA N° 14 DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN ..... 47

FIGURA N° 15 DISEÑO DE INGENIERÍA ..... 48

FIGURA N° 16 MÁQUINA DE COMPRESIÓN ..... 56

FIGURA N° 17 TERMÓMETRO ..... 56

FIGURA N° 18 HORNO ..... 57

FIGURA N° 19 BALANZA ..... 57

FIGURA N° 20 MATERIALES UTILIZADOS EN LA PRUEBA DE FACTIBILIDAD DE USO DEL SUELO ..... 58

FIGURA N° 21 PRUEBA DE LA BOTELLA ..... 58

FIGURA N° 22 MATERIALES UTILIZADOS EN LA PRUEBA DE FACTIBILIDAD DE USO DEL SUELO ..... 63

FIGURA N° 23 PRUEBA DE COLOR ..... 63

FIGURA N° 24 PRUEBA DENTAL ..... 63

FIGURA N° 25 PRUEBA OLFATIVA ..... 64

FIGURA N° 26 PRUEBA DE BRILLO ..... 64

FIGURA N° 27 PRUEBA DEL ENROLLADO ..... 64

FIGURA N° 28 PRUEBA DE RESISTENCIA SECA DE LA BOLITA ..... 64

FIGURA N° 29 PRUEBA DE LA BOTELLA ..... 65





FIGURA N° 30 PRUEBA DE AGUA PARA EL BARRO .....	65
FIGURA N° 31 MATERIALES UTILIZADOS EN LA EXTRACCIÓN DE MUCÍLAGO.....	67
FIGURA N° 32 EXTRACCIÓN EN CAMPO DE LAS UNIDADES DE GIGANTÓN .....	67
FIGURA N° 33 CORTE DEL GIGANTÓN EN TROZOS.....	68
FIGURA N° 34 DISPOSICIÓN DE LAS PROPORCIONES.....	68
FIGURA N° 35 MEZCLA DE AGUA Y GIGANTÓN .....	69
FIGURA N° 36 EXTRACCIÓN DEL MUCÍLAGO .....	69
FIGURA N° 37 GUARDADO DEL MUCÍLAGO .....	69
FIGURA N° 38 MATERIALES UTILIZADOS EN LA PREPARACIÓN DE LOS TESTIGOS.....	70
FIGURA N° 39 MEDIDA DEL VOLUMEN DE TIERRA CORRESPONDIENTE A UNA UNIDAD DE ADOBE .....	70
FIGURA N° 40 PESO DE LA TIERRA SECA CORRESPONDIENTE A UNA UNIDAD DE ADOBE.....	71
FIGURA N° 41 TAMIZADO .....	71
FIGURA N° 42 HIDRATACIÓN DE LA TIERRA PREVIA LA PREPARACIÓN DEL BARRO.....	72
FIGURA N° 43 MEZCLA DEL BARRO CON EL MUCÍLAGO DE GIGANTÓN .....	72
FIGURA N° 44 PREPARACIÓN DEL BARRO .....	73
FIGURA N° 45 CORTE DE LA PAJA .....	73
FIGURA N° 46 MEZCLA DEL BARRO Y LA PAJA.....	73
FIGURA N° 47 PREPARACIÓN PREVIA DE LAS GAVERAS .....	74
FIGURA N° 48 MOLDEADO Y TENDIDO .....	74
FIGURA N° 49 PRUEBA DE RESISTENCIA DEL ADOBE .....	75
FIGURA N°50 SECADO Y TRANSPORTE Y CODIFICADO .....	75
FIGURA N° 51 MATERIALES UTILIZADOS EN LA PRUEBA DE VARIACIÓN DE DIMENSIONES .....	76
FIGURA N° 52 EJEMPLIFICACIÓN DE LA MEDIDA DE LAS DIMENSIONES DE TESTIGOS DE ADOBE .....	77
FIGURA N° 53 MEDICIÓN DE LA VARIACIÓN DE DIMENSIONES DE UNIDADES DE ADOBE.....	77
FIGURA N° 54 MATERIALES UTILIZADOS EN EL ENSAYO DE SUCCIÓN .....	84
FIGURA N° 55 SECADO DE LAS UNIDADES DE ADOBE DURANTE 24 HORAS .....	85
FIGURA N° 56 PREPARACIÓN DE LAS BANDEJAS .....	85
FIGURA N° 57 REGISTRO DEL PESO SECO DE LOS TESTIGOS .....	86
FIGURA N° 58 PREPARACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO.....	86
FIGURA N° 59 PREPARACIÓN DE LA BANDEJA PARA LA PRUEBA .....	87
FIGURA N° 60 PRUEBA DE SUCCIÓN DEL TESTIGO DE ADOBE. ....	87
FIGURA N° 61 REGISTRO DEL PESO DEL TESTIGO AL CONCLUIR LA PRUEBA DE SUCCIÓN.....	88
FIGURA N° 62 MATERIALES UTILIZADOS EN EL ENSAYO DE ABSORCIÓN .....	91
FIGURA N° 63 SECADO DE LAS UNIDADES DE ADOBE DURANTE 24 HORAS .....	91
FIGURA N° 64 CORTE DE LOS TESTIGOS DE ADOBE EN MEDIAS UNIDADES .....	92



FIGURA N° 65 REGISTRO DEL PESO SECO DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ..... 92

FIGURA N° 66 PREPARACIÓN DEL CONTENEDOR..... 93

FIGURA N° 67 TESTIGOS SUMERGIDOS, SOMETIDOS A LA PRUEBA DE  
ABSORCIÓN ..... 93

FIGURA N° 68 REGISTRO DEL PESO DEL TESTIGO AL CONCLUIR LA PRUEBA  
DE ABSORCIÓN..... 94

FIGURA N° 69 MATERIALES UTILIZADOS EN EL ENSAYO DE RESISTENCIA A  
LA COMPRESIÓN ..... 97

FIGURA N° 70 MARCADO Y LABRADO DE CUBOS DE ADOBE ..... 97

FIGURA N° 71 REALIZACIÓN DE LA MEZCLA DE MORTERO PARA EL  
COLOCADO DEL CAPPING. .... 98

FIGURA N° 72 COLOCADO DEL CAPPING A LOS TESTIGOS CÚBICOS..... 98

FIGURA N° 73 CODIFICADO DE CADA TESTIGO CÚBICO. .... 99

FIGURA N° 74 EJEMPLO DE LA PROGRAMACIÓN DE LA MÁQUINA DE  
COMPRESIÓN PARA LA REALIZACIÓN DEL ENSAYO..... 99

FIGURA N° 75 MATERIALES UTILIZADOS EN EL ENSAYO DE RESISTENCIA A  
LA COMPRESIÓN ..... 107

FIGURA N° 76 MARCADO Y LABRADO DE CUBOS DE ADOBE ..... 107

FIGURA N° 77 COLOCADO DEL CAPPING A LOS TESTIGOS CÚBICOS..... 108

FIGURA N° 78 CODIFICADO DE CADA TESTIGO CÚBICO. .... 108

FIGURA N° 79 ENSAYO A COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE  
LABRADOS, SATURADOS..... 109

FIGURA N° 80 TRAZADO DE LOS PORCENTAJES EN EL TRIÁNGULO DE  
TEXTURAS..... 117

FIGURA N° 81 RESULTADO DE EL TRIÁNGULO DE TEXTURAS..... 174

FIGURA N° 82 CURVA DE VARIACIÓN DE DIMENSIONES DE LOS TESTIGOS .... 176

FIGURA N° 83 CURVA DE VARIACIÓN DE LOS VALORES DE SUCCIÓN DE LOS  
TESTIGOS..... 178

FIGURA N° 84 CURVA DE VARIACIÓN DE LOS VALORES DE ABSORCIÓN DE  
LOS TESTIGOS ..... 180

FIGURA N° 85 CURVA DE VARIACIÓN DE LOS VALORES DE RESISTENCIA A  
COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS..... 182

FIGURA N° 86 CURVA DE VARIACIÓN DE LOS VALORES DE RESISTENCIA A  
COMPRESIÓN DE LOS TESTIGOS SATURADOS..... 184

## CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

#### 1.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El adobe posee cierta inestabilidad mecánica y mal comportamiento ante fenómenos naturales; es decir la resistencia que ofrece la unidad de adobe bajo una carga axial es muy baja teniendo un comportamiento muy limitado en cuanto a resistencia a la compresión debido a que es un material frágil y también debido a que en la elaboración del adobe se utiliza arcilla y dada la naturaleza de la arcilla de contraerse durante el proceso de secado del barro, se generan fisuras causando debilitamiento en la unidad de adobe.

**FIGURA N° 1 COLAPSO Y RAJADURA DE UNA VIVIENDA DE ADOBE.**



FUENTE: [PERU21- PRENSA ONLINE](#)

Por otro lado el adobe es muy vulnerable ante situaciones de exposición prolongada al agua, como pueden ser por ejemplo las lluvias, inundaciones o algún otro evento similar, lo que significa que la resistencia al desgaste erosivo que presenta el adobe también es mínima.

**FIGURA N° 2 COLAPSO DE VIVIENDA DE ADOBE POR LLUVIAS EN SAN SEBASTIÁN.**



FUENTE: (LA PRENSA, 2013)

**FIGURA N° 3 VIVIENDA DE ADOBE INUNDADA POR DESBORDE DE RIO EN IZCUCHACA – ANTA.**



FUENTE: (NOTICIAS RADIO IMPACTO, 2010)

**FIGURA N° 4 IGLESIA DE ADOBE INUNDADA POR DESBORDE DE RIO EN  
IZCUCHACA – ANTA.**



FUENTE: (NOTICIAS RADIO IMPACTO, 2010)

**FIGURA N° 5 VIVIENDA DE ADOBE INUNDADA Y RAJADA POR DESBORDE DE RIO  
EN IZCUCHACA – ANTA.**



FUENTE: (NOTICIAS RADIO IMPACTO, 2010)

**FIGURA N° 6 VIVIENDA DE ADOBE INUNDADA POR DESBORDE DE RIO EN IZCUCHACA – ANTA.**



FUENTE: (NOTICIAS RADIO IMPACTO, 2010)

**FIGURA N° 7 VIVIENDA DE ADOBE INUNDADA, RAJADA Y COLAPSADA POR DESBORDE DE RIO EN IZCUCHACA – ANTA.**



FUENTE: (NOTICIAS RADIO IMPACTO, 2010)



Otra desventaja es que el adobe es higrofilo, es decir tiende a absorber la humedad atmosférica cuando el aire está saturado de manera que por ello pierde su resistencia a los esfuerzos, aun los de su propio peso. En algunos casos, después de una lluvia prolongada por varios días, algunas paredes se desploman sin intervención de ninguna otra fuerza, debido a la humedad del ambiente.

Además los fabricantes de adobe no respetan los parámetros establecidos por la Norma E.080; y esto sumado a que la mayoría de personas que utilizan el adobe como material de construcción tienden a construir sus viviendas mediante procesos auto constructivos, además no identifican zonas de riesgo y ubican sus viviendas en lugares no adecuados como por ejemplo en laderas de ríos, y habiéndose intensificado las inundaciones por los cambios climáticos, es necesario mitigar el problema descrito.

## **1.1.2. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA**

### **1.1.2.1. Formulación interrogativa del problema general**

¿Cómo varía el comportamiento físico -mecánico del adobe elaborado según Norma E.080, adicionado con diferentes porcentajes de mucílago de gigantón, utilizando insumos de la región del Cusco; en comparación con el adobe tradicional artesanal del sector adoberos, distrito de San Jerónimo - Cusco?

### **1.1.2.2. Formulación interrogativa de los problemas específicos**

#### **☞ Pregunta Específica N°1**

¿Cuáles son las características físicas de los adobes tradicionales artesanales del sector adoberos, distrito de San Jerónimo?

#### **☞ Pregunta Específica N°2**

¿De qué manera influye la adición de mucílago de gigantón en la deformación de la unidad de adobe, durante el proceso de secado?

#### **☞ Pregunta Específica N°3**

¿El adobe elaborado según norma adicionado con mucílago de gigantón, posee mayor resistencia a la compresión que un adobe tradicional artesanal?

**❧ Pregunta Específica N°4**

¿El adobe elaborado según norma adicionado con mucílago de gigantón posee menor capacidad de absorción ante exposiciones de humedad respecto a un adobe tradicional artesanal?

**❧ Pregunta Específica N°5**

¿El adobe elaborado según norma adicionado con mucílago de gigantón posee menor capacidad de succión capilar ante exposiciones de humedad respecto a un adobe tradicional artesanal?

**❧ Pregunta Específica N°6**

¿El adobe saturado y expuesto a la intemperie, elaborado según norma adicionado con mucílago de gigantón, posee mayor resistencia a la compresión que un adobe tradicional artesanal?

**1.2. JUSTIFICACIÓN****1.2.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA**

Es importante buscar alternativas naturales de estabilización de un material de construcción como el adobe, el cual tiene una importancia significativa en nuestra región, ya que este es un material con muchas limitaciones, puesto que su mayor virtud es que trabaja a compresión, pero la resistencia que presenta al desgaste por una exposición prolongada al agua es muy baja; razón por la cual se busca estabilizar este material. Es por ello que en este caso se realiza una evaluación que permite conocer el comportamiento físico - mecánico del adobe estabilizado con mucílago de gigantón, el cual sirve para determinar en qué aspectos, y en qué porcentaje influye esta adición, respecto a un adobe tradicional artesanal.

A fin de conseguir que el adobe sea resistente; en primer lugar se debe respetar los parámetros establecidos por la Norma E.080. Luego se debe controlar el desarrollo de fisuras que se generan durante el proceso de secado, por ello se asume que la adición del mucílago de gigantón reduce el número de fisuras generadas en el adobe, debido a que aumentará el tiempo de secado de la arcilla, mejorando así las propiedades físico – mecánicas del adobe. Y además de ello le proporcionará mayor





resistencia a la compresión y menor capacidad de absorción por exposiciones prolongadas al agua.

Debido a que la Norma E.080 – Adobe, no establece un proceso estandarizado de construcción del adobe, se toma como guía el “Manual de Construcciones Sismorresistentes en adobe Tecnología de Geomalla” elaborada por el Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO); sin embargo la fabricación de testigos se realiza cumpliendo los requisitos generales y las recomendaciones que indica la Norma E.080.

### **1.2.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

La posibilidad de estabilizar el adobe mejorando significativamente sus características físico mecánicas utilizando un aditivo natural, que sobre todo en nuestro medio es muy accesible, sirve especialmente para poblaciones rurales y/o personas de bajos recursos las cuales tienden más a construir con adobe y muchas veces recurren a métodos auto constructivos, aportando de manera sustancial a la mejora de la calidad de vida de las personas, puesto que utilizando este aditivo en el adobe se realizarán construcciones mucho más seguras.

### **1.2.3. JUSTIFICACIÓN POR VIABILIDAD**

La presente tesis es viable porque en primer lugar el insumo a usar es muy accesible en nuestro medio, además que su uso y/o explotación no causa un impacto negativo en el medio ambiente; y en segundo lugar se cuenta con algunos de los equipos necesarios para la evaluación de las unidades de adobe, y los equipos que no ofrece el laboratorio de la Universidad Andina del Cusco, son muy fácilmente reemplazados por métodos convencionales, que permiten el estudio y evaluación de los testigos.

### **1.2.4. JUSTIFICACIÓN POR RELEVANCIA**

La importancia más trascendente de este trabajo de investigación es el aporte que se brinda a la sociedad, porque es necesaria la búsqueda de nuevas alternativas que aporten a la seguridad de las construcciones, en este caso las que utilizan el adobe como material de construcción, y que mejor opción que el uso de un aditivo natural de fácil alcance y bajo costo, que mejore el comportamiento físico mecánico de las



unidades de adobe. A partir de ello nace la idea de evaluar el comportamiento físico mecánico de un adobe estabilizado con mucílago de gigantón y comparar los resultados con los de las unidades de adobe tradicionales, para determinar en qué porcentaje mejora el adobe utilizando este aditivo.

### **1.3. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1. LIMITACIONES GEOGRÁFICAS**

El presente trabajo de investigación es realizado en la región del Cusco, y los resultados logrados son válidos solamente en la región del Cusco, ya que se utilizó tierra de la zona de la Vía de Evitamiento, agua potable de la zona de la Vía de Evitamiento, paja de la zona de Piñipampa y el gigantón de la zona de Anta. Por ende las características de los materiales usados son únicas y específicas de la zona. Razón por la cual los resultados alcanzados en esta investigación no podrán ser tomados en otra zona geográfica. Sin embargo la estructura de la investigación si podrá servir como base para la elaboración de otras investigaciones, utilizando su propio ámbito de influencia y/o la adición de otros estabilizantes.

#### **1.3.2. LIMITACIONES DE INVESTIGACIÓN**

El presente trabajo de investigación realiza el estudio de las propiedades físico mecánicas de las unidades de adobe, y se presentan las características químicas del mucílago de gigantón, después de 5 días de reposo de los trozos de gigantón remojados en agua.

Por otro lado, se omiten los ensayos de albañilería (no se realizan muretes), porque se estudia el comportamiento solamente de los testigos como unidad.

#### **1.3.3. LIMITACIONES DE ESTUDIO**

El presente trabajo de investigación evalúa el comportamiento físico - mecánico de las unidades de adobe tradicionales y adicionadas con mucílago de gigantón, y se estudian las unidades de adobe que son comúnmente utilizadas en nuestra región, unidades tradicionales artesanales del sector adoberos, con dimensiones de 40cm x 20cm x 20cm; y unidades según norma tradicionales y adicionadas con mucílago de gigantón con dimensiones de 40cm x 20cm x 10cm. Utilizando gaberías o moldes de madera sin fondo; con un secado de las unidades a la



intemperie, y para que el sol no raje los adobes por una evaporación rápida, éstos son cubiertos con plástico.

#### **1.4. OBJETIVOS**

##### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el comportamiento físico - mecánico del adobe elaborado según Norma E.080, adicionado con diferentes porcentajes de mucílago de gigantón, utilizando insumos de la región del Cusco; mediante ensayos de variación de dimensiones, resistencia a la compresión, porcentaje de absorción, porcentaje de succión capilar, resistencia a la compresión de testigos saturados. Y comparar los resultados obtenidos con el adobe tradicional artesanal elaborado en el sector adoberos, distrito de San Jerónimo - Cusco.

##### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

###### **☞ Objetivo Específico N°1**

Evaluar las características físicas del adobe tradicional artesanal del sector adoberos, distrito de San Jerónimo.

###### **☞ Objetivo Específico N°2**

Evaluar el grado de deformación de los testigos de adobes tradicionales artesanales y los adobes elaborados según norma adicionados con diferentes porcentajes de mucílago de gigantón, después del proceso de secado, y comparar los resultados obtenidos.

###### **☞ Objetivo Específico N°3**

Evaluar la resistencia a la compresión del adobe tradicional artesanal y los adobes elaborados según norma adicionados con diferentes porcentajes de mucílago de gigantón, y comparar los resultados obtenidos.

###### **☞ Objetivo Específico N°4**

Evaluar la capacidad de absorción de humedad ante una exposición de humedad relativa máxima, del adobe tradicional artesanal y los adobes elaborados



según norma adicionados con diferentes porcentajes de mucílago de gigantón, y comparar los resultados obtenidos.

#### ☞ **Objetivo Específico N°5**

Evaluar la capacidad de succión capilar de humedad ante una exposición de humedad, del adobe tradicional artesanal y los adobes elaborados según norma adicionados con diferentes porcentajes de mucílago de gigantón, y comparar los resultados obtenidos.

#### ☞ **Objetivo Específico N°6**

Evaluar la resistencia a la compresión del adobe tradicional artesanal saturado y los adobes elaborados según norma adicionados con diferentes porcentajes de mucílago de gigantón saturados, y comparar los resultados obtenidos.

### **1.5. HIPÓTESIS**

#### **1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL**

El adobe elaborado según Norma E.080, adicionado con porcentajes de 3%, 5%, 7% y 9% de mucílago de gigantón, tendrá un mejor comportamiento físico - mecánico respecto a un adobe tradicional artesanal elaborado en el sector adoberos, distrito de San Jerónimo - Cusco.

#### **1.5.2. SUB HIPÓTESIS**

##### ☞ **Sub Hipótesis N°1**

Las unidades de adobe tradicionales artesanales fabricadas en el sector adoberos, distrito de San Jerónimo; no cumplen las dimensiones establecidas, la tierra no cumple los parámetros de gradación, y las proporciones de los insumos para la elaboración de los adobes no cumplen lo establecido según Norma E.080. El agua usada no es de uso potable.

**Sub Hipótesis N°2**

El adobe elaborado según norma adicionado con mucílago de gigantón a diferencia del adobe tradicional artesanal, presentará menores deformaciones, en cuanto a variación de dimensiones.

**Sub Hipótesis N°3**

El adobe elaborado según norma adicionado con mucílago de gigantón, presentará valores de resistencia a la compresión mayor a los de un adobe tradicional artesanal.

**Sub Hipótesis N°4**

La adición de mucílago de gigantón al adobe, reducirá la absorción de humedad del adobe.

**Sub Hipótesis N°5**

La adición de mucílago de gigantón al adobe, reducirá la capacidad de succión capilar del adobe.

**Sub Hipótesis N°6**

El adobe saturado y elaborado según norma adicionado con mucílago de gigantón, presentará valores de resistencia a la compresión mayor a los de un adobe tradicional artesanal.



## **1.6. DEFINICIÓN DE VARIABLES**

### **1.6.1. VARIABLES INDEPENDIENTES**

- Adobe elaborado según Norma E.080.
- Mucílago de gigantón.

#### **1.6.1.1. Descripción de Variables Independientes**

- Bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos.
- Estabilizante físico mecánico extraído del gigantón (*Trichocereus Pachanoi* o Antorcha Peruana).

#### **1.6.1.2. Indicadores de Variables Independientes**

- Unidades de adobe elaborado según Norma E.080. (Und.)
- Porcentaje de mucílago de gigantón. (%)

### **1.6.2. VARIABLES DEPENDIENTES**

- Características físicas.
- Deformación de la unidad.
- Resistencia a la compresión.
- Absorción de humedad.
- Succión capilar.

#### **1.6.2.1. Descripción de Variables Dependientes**

- Características que se aprecian a simple vista y se pueden cambian sin alterar las propiedades de la materia.
- Variación de dimensiones de la unidad de adobe.
- Esfuerzo máximo que soporta la unidad de adobe bajo una carga axial.



- Capacidad de la unidad de adobe de incorporar agua a su interior.
- Fenómeno según el cual un líquido a una presión inferior a la atmosférica es absorbido por un medio poroso.
- Esfuerzo máximo que soporta la unidad de adobe saturada y expuesta a la intemperie bajo una carga axial.

#### **1.6.2.2. Indicadores de Variables Dependientes**

- Medidas de largo, ancho, altura: (cm).
- Proporción de insumos.
- Variación de largo, ancho, altura: (cm).
- Esfuerzo de compresión:  $f_b$  (Kg/cm<sup>2</sup>).
- Porcentaje de Absorción: (%).
- Porcentaje de succión capilar: (gr/min/200cm<sup>2</sup>)



1.7. CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TABLA N° 1 CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
VARIABLE	DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE	NIVEL	INDICADOR	
VARIABLE DEPENDIENTE				
			INSTRUMENTO	
X1: Características físicas	Características que se aprecian a simple vista y se pueden cambiar sin alterar las propiedades de la materia.	Características físicas Óptimas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gradación de la tierra (%).</li> <li>• Medida de largo, ancho, altura (cm).</li> <li>• Proporción de insumos.</li> <li>• Potabilidad del agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guías de observación de campo.</li> <li>• Formatos de evaluación de Características físicas</li> </ul>
		Características físicas Aceptables.		
		Características físicas Inadecuadas.		
X2: Deformación de la unidad.	Variación de dimensiones de la unidad de adobe.	Deformación Alta. (Mayor a 1%).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variación de Largo (cm).</li> <li>• Variación de Ancho (cm).</li> <li>• Variación de Altura (cm).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guías de observación de Laboratorio.</li> <li>• Formatos de evaluación de Variación de dimensiones</li> </ul>
		Deformación Media. (Igual a 1%).		
		Deformación Baja. (Menor a 1%).		
X3: Resistencia a la compresión.	Esfuerzo máximo que soporta la unidad de adobe bajo una carga axial.	Resistencia mayor a 12 kg/cm <sup>2</sup> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esfuerzo de compresión: fb (Kg/cm2).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guías de observación de Laboratorio.</li> <li>• Formatos de evaluación de Resistencia a la compresión.</li> </ul>
		Resistencia igual a 12 kg/cm <sup>2</sup> .		
		Resistencia menor a 12 kg/cm <sup>2</sup> .		
X4: Absorción de humedad.	Capacidad de la unidad de adobe de incorporar agua a su interior.	Absorción Alta. (Mayor a 25%).	$(\%)Abs = 100 \frac{(Ws - Wd)}{Wd}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guías de observación de Laboratorio.</li> <li>• Formatos de evaluación de Capacidad de absorción.</li> </ul>
		Absorción Media. (Entre 15% - 25%).		
		Absorción Baja. (Menor a 15%).		
X5: Succión capilar.	Fenómeno según el cual un líquido a una presión inferior a la atmosférica es absorbido por un medio poroso.	Succión Alta. (Mayor a 25%).	$(\%)Succn = \frac{200W}{LB}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guías de observación de Laboratorio.</li> <li>• Formatos de evaluación de Succión capilar.</li> </ul>
		Succión Media. (Entre 15% - 25%).		
		Succión Baja. (Menor a 15%).		
X6: Resistencia a la compresión de testigos saturados.	Esfuerzo máximo que soporta la unidad de adobe saturada y expuesta a la intemperie bajo una carga axial.	Resistencia mayor a 12 kg/cm <sup>2</sup> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esfuerzo de compresión: fb (Kg/cm2).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guías de observación de Laboratorio.</li> <li>• Formatos de evaluación de Resistencia a la compresión.</li> </ul>
		Resistencia igual a 12 kg/cm <sup>2</sup> .		
		Resistencia menor a 12 kg/cm <sup>2</sup> .		





VARIABLE	DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE	NIVEL	INDICADOR	INSTRUMENTO
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>				
Y <sub>1</sub> : Adobe elaborado según Norma E.080.	Bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos.	Gradación de tierra.	• Unidades de adobe elaborado según Norma E.080. (Und.)	• Guías de observación de Laboratorio.
		Dosificación de insumos.		
		Adición de 3%.		
		Adición de 5%.		
		Adición de 7%.		
Y <sub>2</sub> : Mucilago de gigantón.	Estabilizante físico mecánico extraído del gigantón (Trichocereus Pachanoi o Antorcha Peruana).	Adición de 9%.	• Porcentaje de mucilago de gigantón. (%)	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA TESIS.

#### 2.1.1. ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL

A nivel Nacional no se tiene ningún antecedente específico en cuanto al tema que se pretende realizar, pero se tomó como base teórica ciertos trabajos de investigación similares.

#### - **Evaluación del comportamiento físico mecánico del adobe estabilizado con cal y goma de tuna.**

Presentado en la Universidad Nacional Agraria de la Molina (UNALM), por Carlos Bravo y Jocelyn Romsay, en la ciudad de Lima, el año 2007.

##### **Resumen:**

Este trabajo de investigación, evaluó el comportamiento físico mecánico del adobe estabilizado con cal y goma de tuna. Para ello seleccionaron un suelo adecuado y elaboraron testigos sin estabilizar y estabilizados con cal y goma de tuna, en proporciones, respecto al peso del suelo seco, de 2%, 5% y 8% y 1.5%, 3% y 5% respectivamente.

Después de un mes de secado, los testigos fueron sometidos a las pruebas de variación de dimensiones, resistencia a la compresión, absorción, humedecimiento y secado y erosión.

##### **Conclusiones:**

Luego de evaluar los resultados obtenidos, se compararon entre sí. Posteriormente se compararon los resultados obtenidos respecto a las Normas vigentes en el Perú, y se concluyó lo siguiente:

- La goma de tuna, como estabilizante, otorga ciertas mejoras significativas a las propiedades físico - mecánicas del adobe.
- La estabilización con cal mejora considerablemente, todas las propiedades evaluadas de resistencia y durabilidad del adobe.



Finalmente, esta investigación recomendó seguir con las investigaciones del uso de la cal, y la goma de tuna en la estabilización del adobe, a modo de comprobar el incremento de la resistencia a la fuerza compresiva con el tiempo, aspecto que no pudo ser evaluado en esa investigación. Además de sugerir el investigar otras tecnologías que mejoren las condiciones de vivienda del adobe en el Perú, considerando su viabilidad económica y realidad socio-cultural de la población; y difundir en el país, tanto las constantes mejoras como las obtenidas anteriormente en el Perú y el mundo.

Razón por la cual, su buscó algún aditivo económico y que esté al alcance en nuestro medio, encontrando como alternativa el mucílago de gigantón.

- **Propuesta de aditivos naturales y microfibras de papel para reparar fisuras en muros de monumentos históricos de tierra.**

Presentado en la Pontifica Universidad Católica del Perú (PUCP), por Karina Ysabel Sánchez Puerta, en la ciudad de Lima, el año 2010.

#### **Resumen:**

Este trabajo de investigación, presentó una forma de reparación de fisuras de monumentos de barro por medio de inyección de morteros líquidos llamados grouts. La incorporación de estos aditivos al barro generó una mejora en la reducción de fisuras por contracción de secado generados por la presencia de la arcilla, logrando así un mortero más resistente que ayuda en la reparación de los muros de los monumentos históricos.

#### **Conclusiones:**

La utilización de la goma de penca de tuna en la realización de este mortero líquido mejoró la adherencia de grouts finos y fluidos y también fue capaz de aumentar la resistencia del grout., lo cual hace pensar que el mismo resultado se podría obtener si colocamos este aditivo en la realización de unidades de adobe.



- **Mejoramiento de las construcciones de adobe ante una exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones.**

Presentado en la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), por Daniel Cabrera Arias y Walter Huaynate Granados, en la ciudad de Lima, el año 2010.

#### **Resumen:**

Este trabajo de investigación, evalúa mediante ensayos de inundación simulada a 3 propuestas que aportan la resistencia del adobe ante el efecto erosivo del agua, pero que a su vez son económicas y sencillas de aplicar.

La primera propuesta consiste en la construcción de un sobrecimiento hecho con ladrillos de arcilla industrial. La segunda propuesta analiza un tarrajeo con mortero de cemento con un acabado pulido con una superficie lisa para evitar la filtración del agua. La tercera se basa en el empleo de un sobrecimiento construido con concreto ciclópeo de baja calidad, usando piedras de tres pulgadas de tamaño máximo que conforman la tercera parte del volumen del sobrecimiento, con el fin de obtener ahorro económico en la construcción.

Adicionalmente, se sometieron a pruebas de absorción y succión a unidades de adobe representativas de las alternativas señaladas, fabricadas con los mismos materiales; con la finalidad de simular las condiciones de una inundación controlada y recopilar datos del desempeño de las diversas variables ante periodos tempranos y prolongados de exposición al agua.

#### **Conclusiones:**

De este trabajo de investigación solamente se usa el esquema del desarrollo de sus ensayos de absorción y succión a unidades de adobe, ya que lo demás está más referido al tema de análisis de muretes.

### **2.1.2. ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL**

No se tienen trabajos de investigación a nivel Internacional con respecto al uso de mucílago de gigantón como estabilizante en las unidades de adobe.



## 2.2. ASPECTOS TEÓRICOS PERTINENTES

### 2.2.1. ADOBE

Se define el adobe como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos.

Cuando al adobe se incorporan otros materiales (asfalto, cemento, cal, etc.) con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad, se le denomina adobe Estabilizado.

(DIRECCIÓN NACIONAL DE CONSTRUCCIÓN, Manual de Construcción - Edificaciones Antisísmicas de Adobe., 2010)

La gradación del suelo debe aproximarse a un porcentaje de arcilla del orden de 10 a 20%, limo entre 15 a 25% y arena entre 55 a 70%, no debiéndose utilizar suelos orgánicos.

(REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, 2006)

#### 2.2.1.1. Características del adobe

SEGÚN (PONS, Eco Sur, la red para el hábitad económico y ecológico., 2008):

Aparte de sus ventajas altamente conocidas como su baja conductividad térmica que vuelve las construcciones de adobe tan acogedoras se tienen otras igualmente prácticas, como el hecho que la materia prima está siempre presente en el lugar de construcción con el ahorro consiguiente en su transporte. Ventaja apreciable dado el alto volumen de material necesario para construirlas.

Aun cuando modernamente se puede usar maquinaria para fabricar adobes, se puede ser tan primitivo para construir como la de hacer bolas de lodo y lanzarlas con fuerza contra el muro en construcción y, por adición, subir su altura de esa manera; todo este trabajo hecho a mano, sin herramientas ni instrumento alguno. Tal vez una canasta de fibra o una pala de madera.



Las cualidades en desventaja como material de construcción también son harto conocidas. El adobe es higrófilo, tiende a absorber la humedad atmosférica cuando el aire está saturado de manera que por ello pierde su resistencia a los esfuerzos, aun los de su propio peso. En los trópicos después de una lluvia prolongada por varios días, algunas paredes se desploman sin intervención de ninguna otra fuerza, debido a la humedad del ambiente.

#### 2.2.1.2. Cualidades del adobe

SEGÚN (IDROGO, LINGAN, QUEVEDO, QUIROZ, VASQUEZ, & YEP, 2011):

El adobe posee las siguientes cualidades:

- **Es económico:** Porque los materiales que se usan en su elaboración son fáciles de conseguir.
- **Es térmico:** Guarda el calor en temporada fría y mantiene la casa fresca en temporada de calor.
- **Es un aislante de las plagas:** La madera que está envuelta en adobe resiste mejor a la infección de hongos y la polilla, dado que el adobe absorbe la humedad de la madera.
- **Manejabilidad:** El adobe permite trabajar de manera flexible (nichos, aperturas y pequeñas alteraciones de las estructuras se realizan con facilidad). Se puede dar casi cualquier forma al adobe, como curvas, parábolas, etc.
- **Reciclable:** Solamente se tritura y se remoja con agua para poder trabajar de vuelta con el mismo material.

#### 2.2.1.3. Clasificación del adobe

SEGÚN (IDROGO, LINGAN, QUEVEDO, QUIROZ, VASQUEZ, & YEP, 2011):

Para poder referirnos a la construcción con adobes, es conveniente conocer la clasificación de estos.



- **Sin molde:** Son las que se realizan sin molde alguno, son moldeadas a mano.
- **adobe:** Son unidades cortadas del suelo, con moldes y tierra muy húmeda para luego lograr compactación.
- **Tapiál:** Se da una compactación artesanal o mecanizada, las estructuras son de madera o caña con cerramiento de barro continuo y también el uso de paneles prefabricados.
- **adobe Nader Khalili:** También conocido como súper adobe, debe su nombre a su creador de origen iraní. No usa nada más sofisticado que sacos de arena, tierra y alambre de púas y ha sido aprobado como seguro contra sismos.

#### 2.2.1.4. Requisitos generales de una unidad o bloque de adobe

SEGÚN (REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, 2006):

La gradación del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes:

- Arcilla : 10 – 20%.
- Limo : 15 – 25%.
- Arena : 55 – 70%.

No debiéndose utilizar suelos orgánicos.

Estos rangos pueden variar cuando se fabriquen adobes estabilizados.

El adobe deberá estar libre de materias extrañas, grietas, rajaduras u otros defectos que pueden degradar su resistencia o durabilidad.

#### 2.2.1.5. Formas y dimensiones de una unidad o bloque de adobe

SEGÚN (REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, 2006):

Los adobes deberán ser de planta cuadrada o rectangular, y en el caso de encuentros con ángulos diferentes de 90°, de formas especiales.

Sus dimensiones deberán ajustarse a las siguientes proporciones:



- Para adobes rectangulares el largo sea aproximadamente el doble del ancho.
- La relación entre el largo y la altura debe ser del orden 4 a 1.
- En lo posible la altura debe ser mayor a 8 cm.

#### **2.2.1.6. Recomendaciones para la elaboración de una unidad o bloque de adobe**

SEGÚN (IDROGO, LINGAN, QUEVEDO, QUIROZ, VASQUEZ, & YEP, 2011):

- Remojar el suelo y retirar las piedras mayores de 5 mm y otros elementos extraños.
- Mantener el suelo en reposo húmedo durante 24 horas.
- Secar los adobes bajo sombra.

#### **2.2.1.7. Materiales para su elaboración**

SEGÚN (IDROGO, LINGAN, QUEVEDO, QUIROZ, VASQUEZ, & YEP, 2011):

La selección del suelo ideal para la fabricación del adobe rico en arcilla y arena.

La paja que suele emplearse varía según las localidades. Puede tratarse de distintos tipos como: de arroz, de trigo, gras común, bagazo de caña, ichu; en algunos lugares se usa guano, crines y productos similares. En todo caso es recomendable utilizar paja picada en trozos de unos 10 cm y, de preferencia, en un porcentaje de alrededor del 1% en peso.

El agua es un material esencial para la fabricación del adobe, se agrega una cantidad relativa de ella para su manejabilidad en la fabricación de este.



## 2.2.2. COMPONENTES DEL ADOBE

### 2.2.2.1. Tierra

SEGÚN (RAMIREZ, 2009):

Un terreno normal contiene minerales arcillosos y otros minerales (feldespato, carbonatos de calcio, cuarzo, entre otros) que normalmente forman partículas más grandes que las de arcilla.

El componente del suelo viene, generalmente clasificado, únicamente en base a la dimensión de las partículas según el siguiente esquema:

Arcilla.- Partículas muy pequeñas de 2 micrones.

Limo.- De 2 a 60 micrones.

Arena.- De 60 micrones a 0.2 mm.

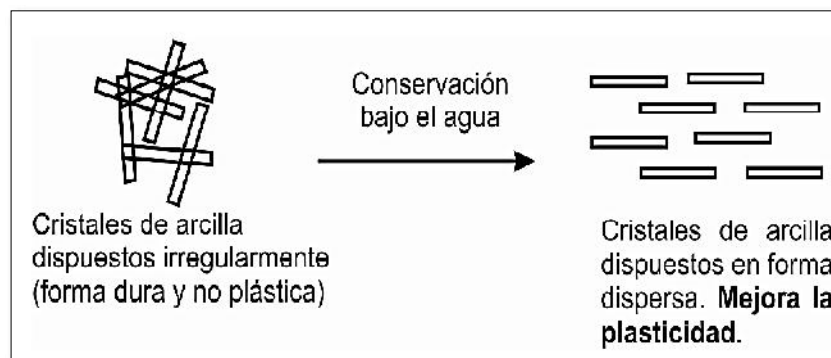
Piedra.- Partículas mayores de 0.2 mm.

Un suelo rico en arcilla es plástico y untuoso al tacto, se contrae mucho cuando se seca y se cuartea; un suelo rico en arena, no es plástico y es granuloso al tacto.

La arcilla es un material vinculado con el suelo. Sus cristales están dispuestos muy irregularmente en una forma dura y no muy plástica.

Pero si un suelo arcilloso se deja bajo el agua por un tiempo determinado, su forma dura, tiesa, se transforma en una forma dispersa y muy plástica.

**FIGURA N° 8 SUELO ARCILLOSO**



FUENTE: EL ADOBE – FILIBERTO RAMÍREZ.



Es por este motivo que la preparación de un material de construcción a partir de la tierra arcillosa, comprende siempre una fase de conservación bajo el agua, destinada a mejorar su plasticidad.

El material no arcilloso del suelo es utilizado como elemento para reducir la contracción al secado y evitar las rajaduras. Es necesario, si el suelo es muy rico en arcilla o muy grasoso, agregar arena. Otros agregados posibles son:

- Materiales orgánicos fibrosos: paja, pelo animal, etc.
- Materiales orgánicos de bajo costo: estiércol.

Un aditivo fibroso mejora la resistencia a la tracción. El aditivo orgánico mejora la resistencia al agua, ya que se introduce entre paquete y paquete, obstaculizando la dispersión del agua.

El material puede ser empleado comprimiéndolo para hacer bloques de barro, ya sea con moldes o con las manos.

#### **2.2.2.2. Paja**

SEGÚN (CÁRDENAS, 2008):

Su empleo es indispensable en la preparación de las tortas de barro, que usan mucho en los techos y mortero, a fin de reducir el agrietamiento por contracción durante el secado. La paja que suele emplearse varía según las localidades, puede tratarse de distintos tipos como: de arroz de trigo, gras común, bagazo de caña, ichu en algunos lugares se usa guano, crines y productos similares.

La paja reduce las contracciones debido al secado al aire libre de los adobes y mejora su adherencia, lo cual consigue mejorar en conjunto el muro de adobe al incrementarse su adherencia con el mortero y con los revestimientos; como la paja son de distintos tipos, es recomendable utilizar la paja picada en trozos de 5cm a 10cm y de preferencia en porcentaje de 1% en peso, el porcentaje excesivo puede reducir la resistencia del adobe.

Cuando se utiliza adobe estabilizado con asfalto, ya no es necesario usar paja para fines de control de fisuras. Sin embargo podría considerarse su empleo para



mejorar adobe-mortero, en ese caso la paja debe introducirse en el suelo hidratado, después que este haya sido mezclado con el asfalto. De lo contrario el asfalto se adherirá en gran parte a la paja, impidiendo obtener los efectos estabilizantes que da el material. La paja es el tallo seco de ciertas gramíneas, especialmente los cereales llamados comúnmente de caña (trigo, avena, centeno, cebada, arroz, etcétera), una vez cortado y desechado, después de haber separado el grano o semilla.

En zonas costeras, la paja suele facilitar la penetración de los insectos, en particular avispas que anidan en el interior de los adobes, creando dentro de los mismos “túneles” de pequeño diámetro, que a la larga a los adobes los debilitan logrando después el deterioro del muro.

### **2.2.2.3. Agua**

SEGÚN (IDROGO, LINGAN, QUEVEDO, QUIROZ, VASQUEZ, & YEP, 2011):

El agua es un material esencial para la fabricación del adobe, se agrega una cantidad relativa de ella para su manejabilidad en la fabricación de este

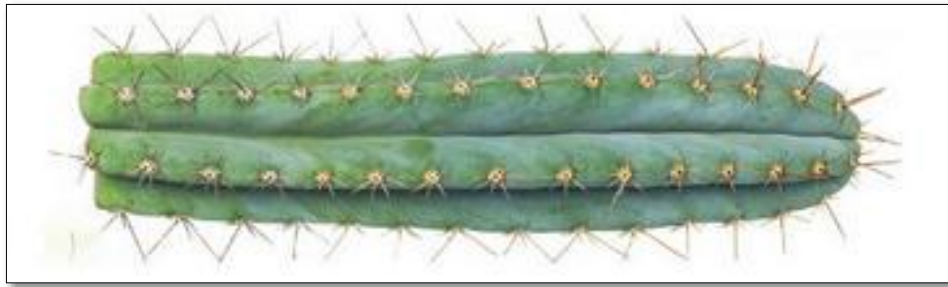
Remojamos el suelo en agua para retirar las piedras mayores de 5 mm u otros elementos extraños. Mantener el suelo en reposo húmedo durante 24 horas, lo cual facilitara el mezclado.

### **2.2.2.4. El gigantón**

SEGÚN (NATIELLO, 2014):

El gigantón, conocido también como *Trichocereus Pachanoi*, es un cactus columnar largo y de crecimiento rápido que contiene, entre otros alcaloides, mescalina, es de crecimiento rápido, originario de las laderas occidentales de los Andes en Perú, se encuentra a una altitud de entre 2000 a 3000 msnm. El gigantón es una planta arbustiva, ramificada, de porte variable, desde rastrero hasta arborescente grande, y que llega a alcanzar hasta los cuatro metros de altura.

En el presente estudio, cuando se habla de gigantón, se está considerando una especie en particular, la *Trichocereus Peruvianus* (Antorcha Peruana).

**FIGURA N° 9 ESPECIE DE GIGANTÓN - TRICHOCEREUS PERUVIANUS (ANTORCHA PERUANA).**

FUENTE: RECUPERADO EL 08/09/2015 [HTTP://SANPEDROLANDIA.COM/CULTIVO/CULTIVO-DE-TRICHOCEREUS/](http://SANPEDROLANDIA.COM/CULTIVO/CULTIVO-DE-TRICHOCEREUS/)

**☞ Características**

Su crecimiento es arbustivo emitiendo muchos vástagos erectos desde la base. Suele alcanzar una altura de 3 a 6 m, y generalmente no se puede distinguir el tronco principal. Sus tallos son cilíndricos y de color verde azulado de 5 m de largo y 8-18 cm de diámetro. Tiene de 6 a 8 costillas, anchas y redondeadas, con profundas muescas antes de cada aréola; el ápice tiene una hendidura en forma de "V" característica de la especie. Las aréolas son blanquecinas o amarronadas, muy cercanas entre sí. Tiene de 3 a 7 espinas radiales, grises amarronadas, una o dos radiales largas. Las flores, de color blanco, nacen cerca de la punta del tallo; se abren de noche y tienen una fuerte fragancia, miden de 19-24 cm × y 3-4 cm de diámetro; pericarpelos y tubo floral con pelos negros. El fruto es oblongo, verde oscuro de 5-6 cm × 3 cm de diámetro.

**☞ Cultivo**

Los parámetros de crecimiento del Trichocereus Pachanoi (San Pedro) y Trichocereus Peruvianus (Antorcha Peruana) son los mismos. Se diferencian de la mayoría de cactus columnares en su rápido crecimiento, y les gusta una mezcla rica de nutrientes en el suelo y riegos más frecuentes que la mayoría de los cactus. Son bastante duros, y crecerán bien en un amplio rango de condiciones.

**2.2.3. CONSIDERACIONES PARA LA PREPARACIÓN DE LAS UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO**

SEGÚN (DIRECCIÓN NACIONAL DE CONSTRUCCIÓN, Manual de Construcción - Edificaciones Antisísmicas de Adobe., 2010):



El Manual de Construcciones Sismorresistentes en adobe – SENCICO, establece las siguientes consideraciones a tomar en cuenta para la Preparación de las unidades de adobe estabilizado.

#### **2.2.3.1. PREPARACIÓN DE LA mezcla**

La tierra seleccionada estará limpia y sin elementos extraños, piedras, restos de plantas, basuras, etc. Enseguida se tamizará por una malla de abertura 1/4" de pulgada.

Luego se acomodará en rumas y se echará agua hasta formar el barro, finalmente se dejará dormir por 24 horas, esta operación es denominada comúnmente "podrido o dormido del barro".

Dos días después, se debe echar paja en una proporción 1:5 es decir volumen de paja por cinco volúmenes de barro. Estos materiales deben ser mezclados durante el batido. Se puede usar paja de caña, trigo, cebada, ichu, césped, etc.

Finalmente se deberá echar el agua con el mucílago de giganón y batir el barro con los pies.

#### **2.2.3.2. El tendal**

Es el terreno donde se fabricarán los adobes, debe ser plano y estar limpio de malezas, piedras, basura, etc.

Primero se debe nivelar compactar el terreno, luego se cubrirá la superficie con una capa de arena gruesa.

El tendal siempre deberá ser de tierra para favorecer un equilibrio entre el secado del adobe por filtración y evaporación del agua.

#### **2.2.3.3. Gaveras**

Son moldes hechos en madera o metal, con fondo o sin fondo.



#### **2.2.3.4. Moldeo de los adobes**

Luego de haber batido el barro se deben fabricar los adobes, se humedece la gavera y se espolvorea con arena fina el interior, para que el barro no se pegue al molde.

Se coloca el molde en el piso y se lanza con fuerza una bola de barro intentando llenarla de un solo golpe. Luego se compacta con las manos o el pie apisonando todas las esquinas y se empareja con una regla de madera húmeda.

Finalmente se retira el molde, teniendo cuidado de no deformar el adobe recién hecho.

#### **2.2.3.5. Secado y almacenamiento**

El secado varía dependiendo del clima local. Se recomienda un tiempo de secado de tres semanas. Para que el sol no raje los adobes por una evaporación rápida, éstos deberán ser cubiertos con una capa de paja o arena gruesa o plástico. Después de tres días de fabricados se deben poner de costado, esto se llama Canteo.

Una semana después se pueden trasladar y apilar en rumas que aseguren circulación de aire para mejorar el secado.



## 2.2.4. PROCESO DE FABRICACIÓN DE ADOBES

SEGÚN (BRAVO & ROMSAY, 2007):

### 2.2.4.1. Selección de Suelos.

El tipo de suelo que se utilice en la fabricación de adobes es determinante en la calidad final del material, es por ello que se debe tener especial cuidado en la selección del mismo.

La mayoría de autores coinciden en que no deben emplearse suelos agrícolas o mal drenados; en el primer caso por su alto contenido de materia orgánica y en el segundo por el elevado contenido de sales.

Generalmente, en los suelos se acumula materia orgánica en la parte superior y se incrementa el contenido de sales conforme se va descendiendo. Es por esto que Hartkopf recomienda que la profundidad de extracción se mantenga entre 60 y 90 cm. para la fabricación de adobes.

La presencia de materia orgánica, en exceso, hace que los adobes se contraigan, tengan baja resistencia a la compresión, y poca duración ante la humedad. (Ministerio de Vivienda y Construcción). Es por esto que Doat recomienda que su contenido no se eleve más allá del 3%.

Por otro lado, el alto contenido de sales, ocasiona que los adobes tarden más en secar y presenten una desintegración progresiva debido a que las sales reaccionan químicamente o se disuelven con el agua, creando vacíos o porosidad. Es por esto que se recomienda que el contenido máximo sea de 0,2%. Sin embargo, otros autores como Olarte consideran que este puede ser permisible hasta un 2%.

Además, de los dos aspectos anteriores, se debe considerar la distribución del tamaño de partículas del suelo, ya que el porcentaje en peso, del contenido de arena y arcilla deben mantener una relación entre sí.

La arcilla es el material ligante que cementa las partículas más grandes del suelo y la cantidad de este componente debe ser suficiente para cubrir las partículas gruesas con una delgada capa. Un suelo demasiado arenoso resultara en adobes que se

desmenucen con facilidad y, por el contrario, uno demasiado arcilloso da como resultado adobes deformes y agrietados. En general, es considerado un suelo de “buena calidad”, aquel que contiene entre 50 y 75% de arena.

En cuanto al tamaño máximo que deben tener las partículas del suelo, Morales recomienda tamizar el suelo utilizando el tamiz N° 4, para eliminar impurezas y no tener un elevado contenido de grava. Nacarino recomienda que se eliminen por completo las gravas (con diámetro mayor a 0.5 cm), mientras que la Universidad Nacional de San Antonio de Abad del Cusco considera que debería mantenerse un 5% de grava.

#### 2.2.4.1.1. Pruebas de selección de suelos

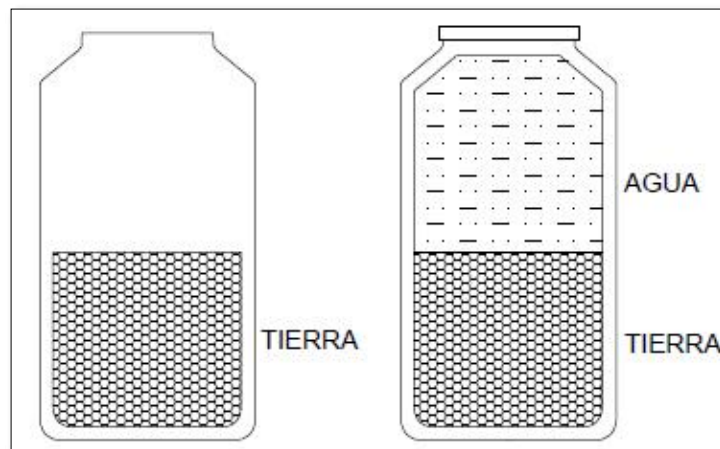
SEGÚN (DIRECCIÓN NACIONAL DE CONSTRUCCIÓN, Manual de Construcción - Edificaciones Antisísmicas de Adobe., 2010):

Las pruebas de selección de suelos, son pruebas cuyo resultado da a conocer la calidad de la tierra analizada y si es apropiada para fabricar adobes.

##### ↪ Pruebas de granulometría

Sirve para determinar la proporción de los componentes principales (arena, limos y arcilla) de la tierra.

**FIGURA N° 10 COMPOSICIÓN INICIAL DE LA PRUEBA GRANULOMÉTRICA.  
AGREGANDO AGUA A LA TIERRA.**



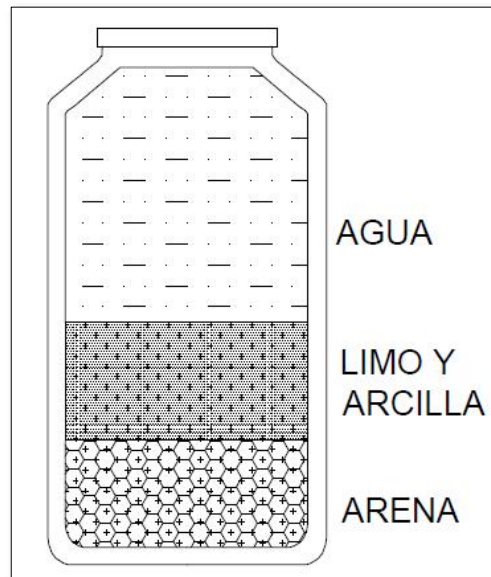
FUENTE: ADOBE O BARRO EN CRUDO. SISTEMAS CONSTRUCTIVOS, ARQ. ERNESTO NAVAS, BR. JEYSEL  
CISNEROS, BR. GABRIEL NOLASCO





- Llenar con tierra tamizada (utilizar tamiz No. 4) una botella de boca ancha de un litro de capacidad hasta la mitad de su altura.
- Llenar la parte restante con agua limpia.
- Agitar vigorosamente la botella hasta que todas las partículas de la tierra estén en suspensión
- Poner la botella sobre una mesa y esperar que todas las partículas de arena reposen al fondo. Las partículas de arena reposaran inmediatamente. Las partículas de limos y arcilla durante algunas horas.
- Finalmente medir las capas para determinar la proporción de arena y limos con arcilla. Se recomienda que la cantidad de arena fluctúe entre 1.50 a 3.00 veces la cantidad de limos y arcilla. Por ejemplo, si tenemos una altura de 3 cm con limos y arcillas, la altura de arena deberá estar comprendida entre 4.50 a 9.00 cm.

**FIGURA N° 11 COMPOSICIÓN FINAL DE LA PRUEBA GRANULOMÉTRICA.  
DETERMINANDO LA PROPORCIÓN DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES DE LA  
TIERRA.**



.FUENTE: ADOBE O BARRO EN CRUDO SISTEMAS CONSTRUCTIVOS, ARO. ERNESTO NAVAS, BR. JEYSEL CISNEROS,

BR. GABRIEL NOLASCO

## ☞ Pruebas de plasticidad o prueba del rollo

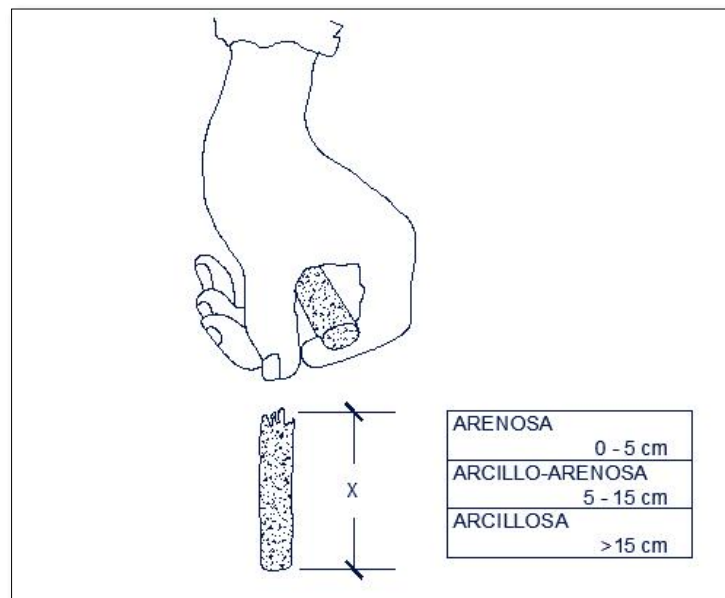
Sirve para determinar la calidad de la tierra y nos permite saber si esta es arcillosa, arenosa o arcillo-arenosa.

Consiste en formar con tierra humedecida un rollo de 1.5 cm de diámetro, suspenderlo en el aire y medir la longitud del extremo que se rompe.

Se presentan 3 casos.

- Tierra arenosa (Inadecuada): Cuando el rollo se rompe antes de alcanzar los 5 cm.
- Tierra arcillo-arenosa (Adecuada): cuando el rollo se rompe al alcanzar una longitud entre 5 y 15 cm.
- Tierra arcillosa (inadecuada): cuando el rollo alcanza una longitud mayor de 15 cm.

**FIGURA N° 12 DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE LA TIERRA Y DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LA MISMA.**



FUENTE: ADOBE O BARRO EN CRUDO. SISTEMAS CONSTRUCTIVOS, ARQ. ERNESTO NAVAS, BR. JEYSEL CISNEROS,

BR. GABRIEL NOLASCO

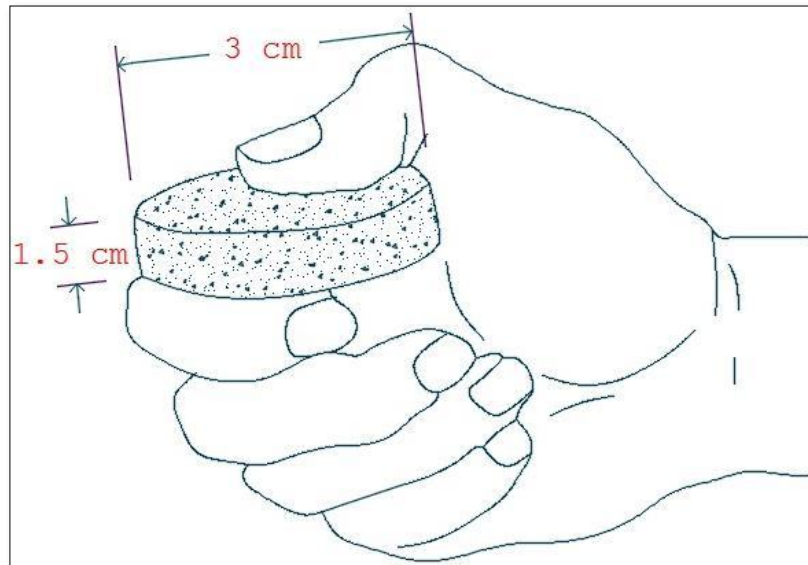
### ☞ Pruebas de resistencia o prueba del disco

Consiste en amasar tierra húmeda y elaborar 5 discos de 3 cm de diámetro por 1.50 cm de espesor. Dejarlos secar 48 horas y luego tratar de romperlos.

Se presentan 2 casos:

- Baja resistencia (inadecuada): cuando el disco se aplasta fácilmente.
- Media o Alta resistencia (adecuada): Cuando el disco se aplasta con dificultad o se rompe con un sonido seco.

**FIGURA N° 13 DETERMINACIÓN DE LA RIGIDEZ DEL MATERIAL.**



FUENTE: ADOBE O BARRO EN CRUDO. SISTEMAS CONSTRUCTIVOS, ARQ. ERNESTO NAVAS, BR. JEYSEL CISNEROS, BR. GABRIEL NOLASCO

### ☞ Pruebas con ensayos de campo

SEGÚN (SCHMIDT, 2001):

Existe un método para establecer si un suelo es apto para fabricar adobes, el cual está basado en ensayos de campo que permiten determinar el nivel de calidad del suelo.

**TABLA N° 2 MÉTODO PARA ESTABLECER SI UN SUELO ES APTO PARA FABRICAR ADOBES.**

TIPO	PROCEDIMIENTO	INDICADORES PRINCIPALES
- Prueba de color	Observación del color del suelo.	-Negro: suelos orgánicos. -Claros y brillantes: inorgánicos. -Gris claro: limosos, con carbonato cálcico, suelos poco cohesivos.
- Prueba dental	Se muele ligeramente una pizca de suelo entre los dientes.	-Arenosos: partículas duras, rechinan entre los dientes, sensación desagradable. -Limosos: partículas más pequeñas, rechinan sólo ligeramente, más suaves que los arenosos. -Arcillosos: no rechinan, suaves y quebradizos.
- Prueba olfativa	Se aprecia el olor del suelo.	Olor rancio: suelos orgánicos.
- Prueba de brillo	Se corta una muestra de suelo al estado de masilla.	-Opacos: suelos arenosos. -Mates: limosos con poca arcilla. -Brillantes: arcillosos.
- Prueba del enrollado	Se forma un rollo de suelo hidratado de 5 a 10 cm y se lo desplaza entre el índice y el pulgar.	Si la muestra se rompe entre los 5 a 10 cm, el contenido de arena será el adecuado. Si soporta una longitud mayor, el contenido de arcilla será muy alto; si se rompe antes de los 5 cm. se tratará de un suelo arenoso
- Prueba de resistencia seca de la bolita	Se preparan tres o más bolitas de suelo hidratado de 2 cm de diámetro y se deja secar 24 horas. Luego se presionan entre el pulgar y el índice	Si las bolitas no se rompen, significará que el contenido de arcilla conferirá adecuada resistencia a los adobes. Si se rompe el suelo será de baja resistencia.
- Prueba de la botella	Se utiliza una botella o tubo de ensayo de ½ litro de capacidad. Llenar ¼ de parte con suelo y ¾ partes con agua. Se agita la suspensión y se deja reposar 5 horas.	Permite establecer los porcentajes de finos y arenas. Las arenas reposan inmediatamente. Los limos reposan a los pocos minutos. Las arcillas requieren para reposar 5 horas. Luego de ese tiempo se puede establecer los porcentajes aproximados de los componentes. <b>(Los rangos deben estar dentro de los indicados en la NORMA).</b>
- Prueba de agua para el barro	Se separa una pequeña porción de la masa de barro para la fabricación de los adobes. Se la tira de golpe contra el piso. Se la trata de levantar con el uso de una sola mano.	Permite establecer si la cantidad de agua es aceptable para la fabricación de los adobes. -Si la masa no conserva su figura y solides, teniendo finalmente dificultad de levantarse, tiene demasiada agua. -Si la masa conserva su figura y material al levantarlo, cantidad de agua aceptable. -Si la masa se esparce al momento de la colisión con el piso o si llega a dejar materia pegada al piso al momento de levantar el material, entonces indica escasa cantidad de agua

FUENTE: TEJADA SCHMIDT, U. (2001) "BUENA TIERRA – APUNTES PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON ADOBE".



#### **2.2.4.2. Hidratación previa**

SEGÚN (BRAVO & ROMSAY, 2007):

Muchos autores, recomiendan hidratar el suelo; es decir, mezclarlo saturándolo, y dejarlo reposar o “dormir” de uno a tres días antes de moldear los adobes. A este proceso, que mejora la trabajabilidad del suelo, disminuye el agrietamiento durante el secado y mejora las características del adobe, se le conoce como la hidratación previa, “fermentación” o “podrido” del suelo.

El objetivo de la hidratación previa de la mezcla es saturar las partículas arcillosas y deshacer completamente los terrones para asegurar que la arcilla desarrolle su poder cohesivo. Además, se cree que este proceso produce un efecto bacteriano que al fermentar el suelo se forma una sustancia gelatinosa que confiere al suelo una mayor cohesión, aumentando las propiedades de aglutinamiento.

#### **2.2.4.3. Moldeado**

SEGÚN (BRAVO & ROMSAY, 2007):

Una vez preparada la hidratación la mezcla, se colocará el mucílago de gigantón en distintos porcentajes, para luego poner en marcha el proceso de moldeo de los adobes. Para ello, se introduce el material, tirándolo con fuerza al molde previamente mojado. Luego se presiona, prestando especial atención a las esquinas y se enrasa en la parte superior. Finalmente, se desmolda y deja secar. Para empezar a preparar un nuevo adobe, se deberá lavar el molde cuidadosamente.

Además, las gaveras pueden ser con o sin fondo.

#### **2.2.4.4. Secado**

SEGÚN (BRAVO & ROMSAY, 2007):

Una vez terminados, se recomienda dejarlos de 2 a 3 días en el mismo lugar de preparación, y luego colocarlos de canto y bajo sombra durante 30 días más para que seque.



#### **2.2.4.5. Pulido**

SEGÚN (BRAVO & ROMSAY, 2007):

La labor del pulido de la cara exterior de las paredes de adobe, que se acostumbra en algunas zonas rurales, le da al material un mejor acabado que lo hace más resistente ante los agentes erosivos.

Para el pulido del adobe, deberá frotarse los especímenes con una piedra de granito u alguna otra de superficie áspera, luego se deberá humedecer y proceder a frotar con una piedra de superficie lisa, como el basalto, por ejemplo.

Las fisuras en el adobe originan zonas débiles donde se concentran los daños y el deterioro causados por la lluvia y el viento. Al pulir la cara exterior del bloque, damos un acabado liso, sellando estas fisuras y otros espacios vacíos; es por, que los adobes alcanzan una durabilidad mayor.

#### **2.2.5. ESTABILIZADO**

SEGÚN (BRAVO & ROMSAY, 2007):

##### **2.2.5.1. Generalidades**

El bloque de adobe no estabilizado, tiene una serie de debilidades que pueden traer problemas bastante serios a las edificaciones. Entre las más importantes están:

- La absorción de agua excesiva.
- La mala resistencia a la abrasión y al impacto.
- La baja resistencia a la tracción.

Estos problemas pueden ser resueltos de dos maneras: adaptando los diseños arquitectónicos de la edificación de acuerdo a las exigencias del adobe, lo cual se puede hacer solo en ciertos casos muy específicos, y/o mejorando los bloques de adobe, morteros y enlucidos.

La cohesión del suelo está esencialmente asegurada por su contenido de arcilla, pero su capacidad de aglomerante decrece significativamente cuando esta se pone en



contacto directo con el agua. Adicionalmente, la arcilla se expande al estar en contacto con el agua, ocasionando movimientos en la estructura de tierra. Es por esto, que se considera como un aglomerante natural, económico, pero inestable.

Existen varios tipos de arcillas, entre las principales están: la kaolinita, que es relativamente estable; illita, que tiene una estabilidad media; y la montmorillonita con la mayor sensibilidad al agua. El comportamiento de cada tipo de arcilla esta dado a su estructura mineralógica y particularmente a sus capas, que son los elementos básicos. El grado de adherencia y el nivel de esta está determinado por la estructura de sus capas.

#### **2.2.5.2. Definición**

Muchos autores definen la estabilización como un proceso técnico, que tiene como objetivo neutralizar, o por lo menos restringir el desgaste de las arcillas presentes y, de ese modo, reducir la sensibilidad que tiene el suelo frente al agua. Por otro lado, el Reglamento Nacional de Construcciones define al adobe estabilizado como aquel al que se le ha incorporado otros materiales (asfalto RC-250, goma de tuna, etc.) con el fin de mejorar sus condiciones de estabilidad ante la presencia de humedad.

En ambos casos, el estabilizado es un proceso que mejora la resistencia del adobe ante la humedad. Sin embargo, otros autores, definen la estabilización como el mejoramiento de una o más propiedades del suelo para cumplir determinado fin.

Para Houben y Guillaud, “la estabilización de un suelo implica la modificación de las propiedades del suelo-agua-aire para obtener propiedades duraderas que sean compatibles con una aplicación particular”.

En todos los casos, se define la estabilización del adobe como un proceso que mejora la calidad, actuando sobre alguna de sus propiedades.

#### **2.2.5.3. Procedimientos de estabilización**

Según explica Gate, existen dos tipos de estabilización principales:

- La estabilización física.



- La estabilización físico-química

La primera puede lograrse corrigiendo el suelo a utilizar adicionando cierto tamaño de partículas, o compactando la mezcla de tal modo durante la preparación, que disminuyan los espacios vacíos que agravan el efecto del agua. La segunda se produce cuando se afectan las características de las capas de las arcillas directamente, durante el proceso de elaboración, mediante la adición de un estabilizante.

Según Gate, ningún método de estabilización impide el uso de otro; por el contrario, los bloques de tierra de mayor resistencia son resultado de un uso racional de varios métodos de estabilización.

#### 2.2.5.3.1. Modos de estabilización

Existen seis principales modos de realizar una estabilización.

- **Estabilización por densificación:** Consiste en crear un medio denso bloqueando los poros y capilaridad. Esto puede obtenerse de dos maneras: comprimiendo el suelo de modo que se redistribuyan los granos, o llenándolos con otros granos; es decir, mejorando la gradación del suelo.
- **Estabilización por refuerzo:** Con ella se crea una red que limita el movimiento, puede lograrse con fibras animales, vegetales o sintéticas. Por ejemplo, adición de paja.
- **Estabilización por cementación:** Se logra asando una matriz inerte que se oponga al movimiento. Consiste en llenar los vacíos con un aglutinante insoluble que cubra los granos. Ej. Cemento Pórtland. En este caso, las principales reacciones de estabilización se dan en el estabilizante mismo y entre el estabilizante y la parte arenosa del suelo, aunque podría encontrarse también una reacción entre el estabilizante y la fracción arcillosa del suelo.
- **Estabilización mediante enlace:** Consiste en crear ligazones químicas estables entre los cristales de arcilla. Este modo de estabilización puede darse de dos maneras.





Utilizando las cargas positivas y negativas de las placas de arcilla o su composición química para unir las por medio de un estabilizante creando con las arcillas una matriz inerte. Esto se logra con algunos ácidos, polímeros y floculantes.

El estabilizante reacciona con la arcilla y precipita un material nuevo, insoluble e inerte que es un tipo de cementante. Esta es una reacción puzolánica y se obtiene principalmente: de la cal.

- **Reducción de la permeabilidad:** Se logra rodeando las partículas del suelo con una película impermeable que ayuda a reducir la erosión hídrica, y la hinchazón y retracción por humedecimiento y secado. Puede lograrse de dos maneras:
  - Llenando los vacíos, poros, rajaduras y micro rajaduras con un material que no se vea afectado por el agua; como el bitumen, por ejemplo.
  - Dispersando en el suelo un material que se expanda ante el contacto con el agua y previene la infiltración a los poros. Ej. Bentonita.
- **Impermeabilización:** Consiste en eliminar la absorción y succión del suelo. Puede lograrse de 3 maneras:
  - Secando el suelo y adicionándole cloruro de calcio, lo que incrementa la tensión superficial, reduce la presión del vapor del agua, la velocidad de evaporación y la variación en el contenido de humedad.
  - Reemplazando los iones por otros hasta que los iones estén bien fijados a las placas de arcilla y el agua no sea capaz de diluirlos. Esto puede lograrse con algunos ácidos.
  - Fijando las moléculas en los extremos de las placas de arcilla en la parte exterior de agregados compactos. Los otros lados de estas moléculas son repelentes al agua. Algunas resinas trabajan de esta manera.



#### 2.2.5.4. Estabilización con mucílago de gigantón

SEGÚN (BRAVO & ROMSAY, 2007):

##### 2.3.5.4.1. Preparación del mucílago.

Vargas, establece parámetros para la preparación de la goma de pencas de tuna, no existe referencia en cuando al gigantón, por lo tanto se toma como base teórica lo establecido por el autor.

Para la preparación de este estabilizante se usan las pencas eliminando las espinas y cortando en rebanadas que se ponen a remojar en agua.

El tiempo de remojo de las pencas para la fabricación influye en la resistencia del estabilizante. Según la investigación de Vargas, para condiciones climáticas de 15-20° C y humedad relativa entre 82% - 92%, el tiempo de remojo óptimo se encuentra entre los 4 y 5 días, siendo 5 días el tiempo de remojo que dio mejores resultados finales. Para tiempos de remojo muchos mayores o menores, el efecto del estabilizante es nulo. Durante este tiempo la pulpa de las pencas se disuelve completamente y solo queda la cáscara como material remanente. A continuación el color se oscurece y se pierde la consistencia gomosa.

Según describe Vargas, el proceso de descomposición de la tuna, para elaborar la goma de tuna, se da de la siguiente manera: “Los dos primeros días presenta un color verde claro, una consistencia gomosa y es transparente e inodoro. Luego cambia a un color verde, adquiere una mayor consistencia de goma, presenta un fuerte olor a materia orgánica y deja de ser transparente. Durante este periodo la pulpa de las pencas se disuelve completamente y solo queda la cáscara como material remanente. A continuación el color se oscurece y la consistencia gomosa se pierde. Aproximadamente a los 60 días de remojo se obtiene un líquido negro de consistencia semejante a la del agua con fuerte olor a materia orgánica descompuesta”.

Además, Vargas afirma que durante el verano (20-25° C y 78% - 88% de humedad relativa), el tiempo de remojo ideal se reduce, y está entre los 3 y 4 días.



## 2.2.6. ENSAYOS

Para todos los ensayos la evaluación se realiza sobre testigos con un tiempo mínimo de secado de un mes después de su fabricación.

### 2.2.6.1. Ensayo de resistencia a la compresión

Mediante esta prueba se evalúa la resistencia a la compresión de los diferentes testigos; obteniéndose además la curva esfuerzo deformación para cada uno de ellos.

SEGÚN (REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, NORMA TECNICA PERUANA ALBAÑILERIA E.070, 2006)

Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 339.604.

La resistencia a la compresión ( $f'b$ ) se determina dividiendo la carga de rotura entre el área bruta (A) de la unidad cuando esta es sólida o tubular y el área neta (A) cuando es hueca o perforada.

$$f'b = F/A$$

Dónde:

F : Fuerza de rotura (kg-f).

A : Área bruta (cm).

Usualmente la prueba consiste en dos o tres ensayos. Las pruebas se evalúan estadísticamente para obtener el valor característico que generalmente está referido a la aceptación de 5% de resultados de pruebas defectuosas.

La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería ( $f'b$ ) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.

La prueba de compresión proporciona una medida cualitativa de las unidades. Una unidad de poca altura tendrá más resistencia que otra de mayor altura, pese a que ambas hayan sido fabricadas en simultáneo.



### 2.2.6.2. Ensayo de absorción

Tiene por objetivo conocer la capacidad de absorción de las muestras a ser ensayadas cuando alcanzan un estado de saturación, en otras palabras obtendremos un índice que refleje la capacidad de absorción de agua de los especímenes ante 24 horas de inmersión en agua.

SEGÚN (REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, NORMA TECNICA PERUANA ALBAÑILERIA E.070, 2006):

Buscando un análisis particular de las unidades de adobe se adaptó las pruebas de absorción en 24 horas y succión durante un minuto, indicadas en la norma NTP 399.613 para ladrillos de arcilla cocida; dado que la Norma de adobe E.080 no especifica procedimientos para estos ensayos.

Se calcula la absorción de cada testigo de adobe con la siguiente expresión:

$$\% \text{ Absorción} = 100 \frac{(W_s - W_d)}{W_d}$$

Dónde:

$W_d$  : Peso seco del espécimen.

$W_s$  : Peso del espécimen saturado, después de la inmersión en agua fría durante 24 horas.

Para luego realizar la toma de datos y el procesamiento de datos respectivo.

### 2.2.6.3. Ensayo de succión

El objetivo del ensayo de succión es determinar la absorción del medio poroso de la unidad de adobe a una presión inferior a la atmosférica.

La prueba de periodo inicial de absorción, o succión, se basa en la NTP 399.613 acápite 11 y tiene por objetivo obtener el índice de absorción temprana del espécimen ensayado; es decir, la cantidad de agua que la unidad de adobe puede absorber en un periodo normado de  $1 \text{ min} \pm 1 \text{ s}$ . En primer lugar se somete a los



especímenes a un secado uniforme en horno estándar por un tiempo de 24 horas a una temperatura de 110 °C.

Este procedimiento se realiza con la finalidad de eliminar la humedad natural contenida en dichos especímenes con la finalidad de que los resultados estén determinados únicamente por el agua absorbida de la bandeja, eliminando el factor de humedad natural del espécimen.

La succión se calcula como la diferencia de peso, en gramos, entre el peso inicial y el peso final del espécimen, es decir será el peso del agua absorbida por la muestra durante el minuto de contacto con el agua.

Si el área del espécimen difiere en más de  $\pm 2,5 \%$  de 200 cm<sup>2</sup>, se corrige el peso mediante la ecuación que se indica a continuación:

$$S = \frac{200W}{LB}$$

Dónde:

S : Succión normalizada a un área de 200 cm<sup>2</sup>.

W : Diferencia de pesos del espécimen entre los estados húmedo y seco (gr).

L : Longitud del espécimen (cm).

B : Ancho del espécimen (cm).



## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

### 3.1. METODOLOGÍA DE LA TESIS

#### 3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1.1. Investigación Cuantitativa

SEGÚN (TRIGO & GIL DA COSTA, 2013, págs. 33,34):

“Para que exista metodología cuantitativa se requiere que entre los elementos del problema de investigación exista una relación cuya naturaleza sea representable por algún modelo numérico ya sea lineal, exponencial o similar. Es decir, que haya claridad entre los elementos de investigación que conforman el problema, que sea posible definirlo, limitarlos y saber exactamente dónde se inicia el problema, en qué dirección va y qué tipo de incidencia existe entre sus elementos.”

La Investigación es cuantitativa porque examina los datos de manera numérica, se prueban las hipótesis y los resultados de todas las variables se obtienen producto de ensayos y mediciones realizadas en laboratorio.

#### 3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

##### 3.1.2.1. Nivel Descriptivo – Correlacional.

SEGÚN (HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ, & BAPTISTA, 2010):

El presente trabajo de investigación reúne las condiciones metodológicas de una Investigación descriptiva, porque especifica propiedades y rasgos importantes de las características físico-mecánicas del adobe. Sin embargo a su vez tiene un alcance correlacional, ya que además de medir o recoger información de manera conjunta de todos y cada uno de los testigos de adobe tradicionales y estabilizados, se indica la relación de varianza entre las unidades de adobe tradicionales y las unidades estabilizadas.



### **3.1.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1.3.1. Método Hipotético – Deductivo**

SEGÚN (HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ, & BAPTISTA, 2010):

El método hipotético-deductivo tiene varios pasos esenciales: observación del fenómeno a estudiar, creación de una hipótesis para explicar dicho fenómeno, deducción de consecuencias o proposiciones más elementales que la propia hipótesis, y verificación o comprobación de la verdad de los enunciados deducidos comparándolos con la experiencia.

La investigación es de carácter hipotético–deductivo porque se asumen muchas hipótesis, y se debe tener en cuenta que no todas son verdaderas, estas son comprobadas cuando se realizan los ensayos, procesamiento de datos y cálculos respectivos para poder demostrarlas.

### **3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.2.1. DISEÑO METODOLÓGICO**






SEGÚN (HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ, & BAPTISTA, 2010):

El presente trabajo de investigación es experimental porque está integrada por un conjunto de actividades metódicas y técnicas que se realizan para recabar la información y datos necesarios sobre el tema a investigar y el problema a resolver. Aborda una pregunta bastante enfocada. Esta investigación utiliza experimentos que pueden ser llevados a cabo en laboratorio.



El diseño del presente trabajo de Investigación, se desarrolla de la siguiente manera:

**TABLA N° 3 LEYENDA DEL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	Inicio
	Transporte
	Proceso
	Decisión
	Fin

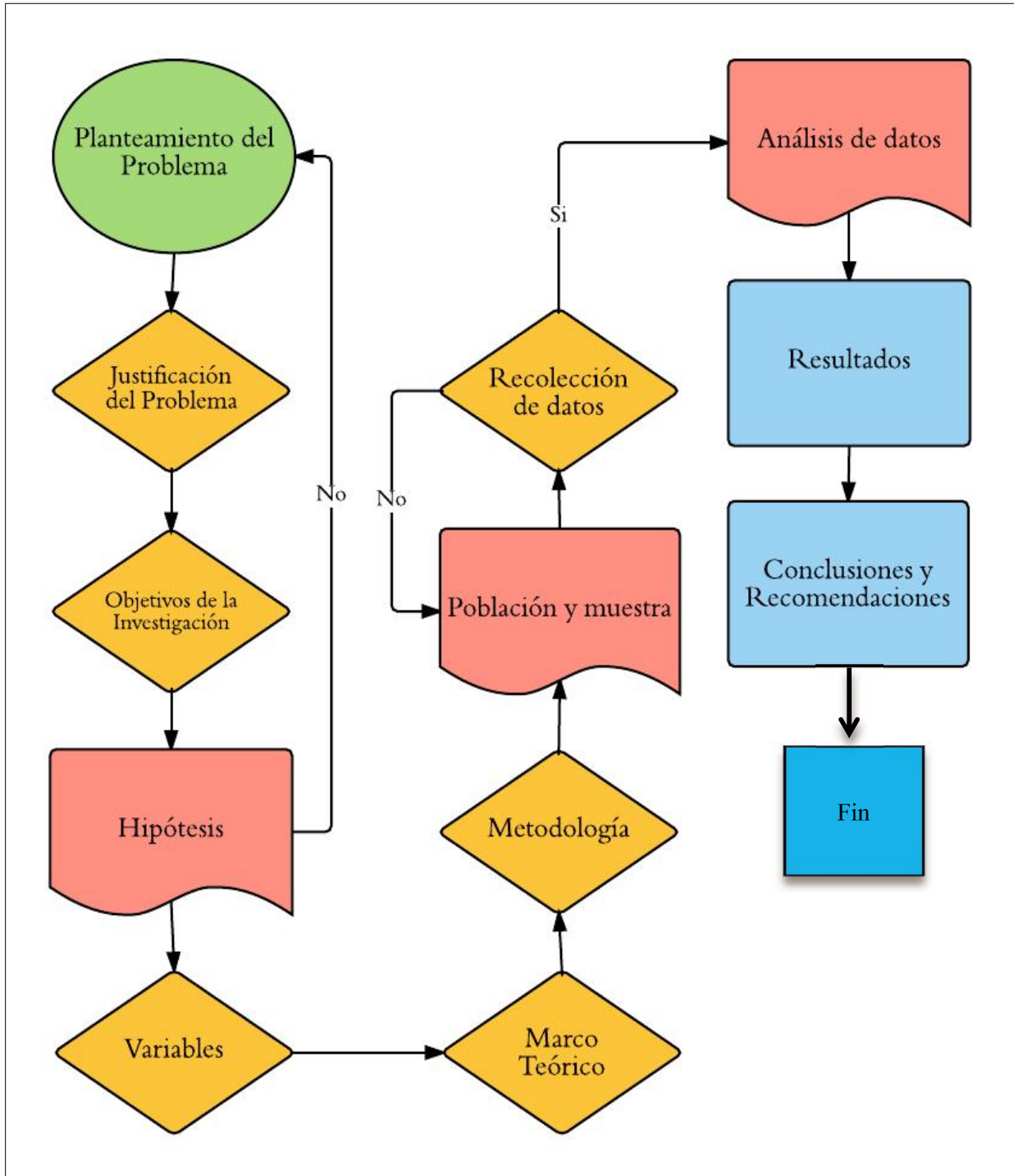
FUENTE: CLASES DE PROYECTO DE TESIS I – UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO.







FIGURA N° 14 DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

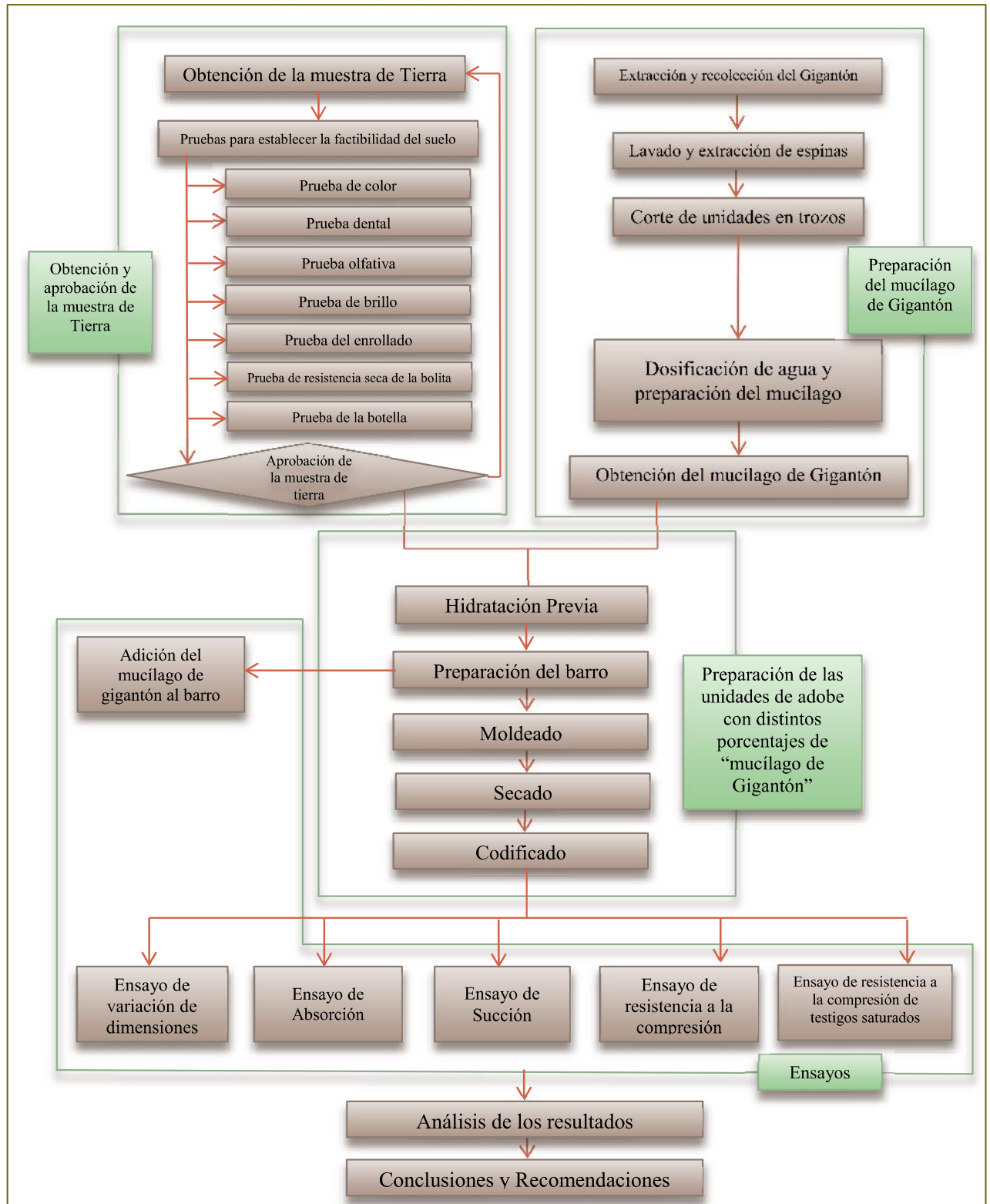


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



### 3.2.2. DISEÑO DE INGENIERÍA

FIGURA N° 15 DISEÑO DE INGENIERÍA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



### **3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.3.1. POBLACIÓN**

##### **3.3.1.1. Descripción de la Población**

La población está determinada por un total de 126 testigos de adobe.

##### **3.3.1.2. Cuantificación de la Población**

La población está determinada por 126 testigos de adobes tradicionales artesanales y adobes elaborados según norma (tradicionales y adicionados con mucílago de gigantón).

#### **3.3.2. MUESTRA**

##### **3.3.2.1. Descripción de la Muestra**

El total de los 126 testigos de adobe, están agrupados cada 21 unidades.

##### **3.3.2.2. Cuantificación de la Muestra**

Se utilizan:

- ✓ 21 testigos de adobe tradicionales artesanales.
- ✓ 21 testigos de adobe tradicionales elaborados según norma.
- ✓ 21 testigos de adobe elaborados según norma adicionados con 3% de mucílago de gigantón.
- ✓ 21 testigos de adobe elaborados según norma adicionados con 5% de mucílago de gigantón.
- ✓ 21 testigos de adobe elaborados según norma adicionados con 7% de mucílago de gigantón.
- ✓ 21 testigos de adobe elaborados según norma adicionados con 9% de mucílago de gigantón.



### 3.3.2.3. Método de Muestreo

El método de muestreo usado es no probabilístico porque no se utilizan fórmulas estadísticas para la selección de la muestra.

**TABLA N° 4 MÉTODO DE MUESTREO**

	Unidades tradicionales artesanales.	Unidades de adobe elaboradas según Norma.				
	Unidades tradicionales	Unidades tradicionales elaboradas según Norma.	Unidades adicionadas con 3% de mucilago de gigantón	Unidades adicionadas con 5% de mucilago de gigantón	Unidades adicionadas con 7% de mucilago de gigantón	Unidades adicionadas con 9% de mucilago de gigantón
Capacidad de absorción de humedad.	3	3	3	3	3	3
Capacidad de succión capilar.	6	6	6	6	6	6
Resistencia a la compresión.	6	6	6	6	6	6
Resistencia a la compresión de testigos saturados	6	6	6	6	6	6
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>21</b>

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

### 3.3.2.4. Criterios de evaluación de muestra

Se consideran:

- Unidades tradicionales artesanales del sector adoberos, con dimensiones de 40cm x 20cm x 20cm.
- Unidades elaboradas según norma, tradicionales y adicionadas con mucilago de gigantón con dimensiones de 40cm x 20cm x 10cm.
- Unidades secadas a la intemperie.
- Se utilizan los siguientes insumos: tierra de la zona de la Vía de Evitamiento, agua potable de la zona de la Vía de Evitamiento, paja de la zona de Piñipampa y el gigantón de la zona de Anta
- Se utiliza el mucilago de gigantón extraído después de 5 días de reposo remojados en agua.



### 3.3.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

En base a criterios personales, para poder delimitar bien la investigación, se tomaron en cuenta los siguientes criterios de inclusión:

- Los parámetros a estudiar son puramente de albañilería.
- El estudio se limita únicamente al estudio de unidades rectangulares, utilizando insumos de la región del Cusco.
- El estudio se limita únicamente al estudio de resistencia a la compresión, succión y absorción.



### 3.4. INSTRUMENTOS

- Encuestas.
- Guías de observación de Campo.
- Guías de observación de Laboratorio.



3.4.1. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS O INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TABLA N° 5 FORMATO – ENCUESTA PARA DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS ADOBES TRADICIONALES ARTESANALES.



	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
" EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO FISICO - MECANICO DEL ADOBE ELABORADO SEGÚN NORMA E.080 ADICIONADO CON DIFERENTES PORCENTAJES DE MUCHILAGO DE GIGANTON, UTILIZANDO INSUMOS DE LA REGION DEL CUSCO, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL ARTESANAL ELABORADO EN EL SECTOR ADOBEROS, DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO"		
Encuesta:	Para determinar las características de los adobes tradicionales artesanales.	
Fecha:		
Tesis:	Thalia Yoselyn Tapia Paredes	
	Jose Huancachoque Usca	
1.- ¿Cuál es el lugar de procedencia de la tierra, para la elaboracion del adobe tradicional artesanal?		
2.- ¿Usa algun metodo para la selección del material, para la elaboracion del adobe tradicional artesanal?		
3.- ¿En resumen, cual es el proceso de elaboracion del adobe tradicional artesanal?		
4.- ¿Cuál es el lugar de procedencia de la paja, como la selecciona y de que depende las dimensiones de la misma ?		
5.- ¿Cuál es la proporcion aproximada de agua en litros y cual es la calidad del agua que utiliza durante la elaboracion del adobe tradicional artesanal?		
6.- ¿Cuánto es el tiempo aproximado que hace dormir la mezcla de barro, y cuales son las ventajas de seguir este proceso en la elaboracion del adobe tradicional artesanal?		
7.- ¿Cuál es el proceso de secado del adobe tradicional artesanal y a los cuantos dias considera que el adobe esta apto para ser utilizado como material de construccion?		
8.- ¿Realiza algun control de calidad al adobe tradicional artesanal posterior a su secado?		

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.







**TABLA N° 8 FORMATO - ENSAYO DE SUCCIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE.**

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					
<b>Nombre de la prueba:</b>		Ensayo de succión capilar					
<b>Fecha del ensayo:</b>							
<b>Tesistas:</b>		Thalia Yoselyn Tapia Paredes					
		Jose Huancachoque Usca					
Muestra N°	Fecha de elaboración	Peso seco (gr)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Área (cm2)	Peso con agua absorbida (gr)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

**TABLA N° 9 FORMATO - ENSAYO DE ABSORCIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE.**

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
<b>Nombre de la prueba:</b>		Ensayo de absorción				
<b>Fecha del ensayo:</b>						
<b>Tesistas:</b>		Thalia Yoselyn Tapia Paredes				
		Jose Huancachoque Usca				
Muestra N°	Fecha de elaboración	Peso seco Wd (gr)		Peso saturado Ws (gr)		

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.





### 3.4.2. INSTRUMENTOS DE INGENIERÍA

#### 3.4.2.1. Máquina de Compresión.

La máquina para ensayos de Compresión está compuesta por un equipo principal, una fuente hidráulica y un controlador. Esta máquina está especialmente diseñada para ensayos de compresión de concreto, pero puede también ser utilizada en los ensayos de compresión de unidades de adobe.

**FIGURA N° 16 MÁQUINA DE COMPRESIÓN**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

#### 3.4.2.2. Termómetro.

Los termómetros de laboratorio son termómetros digitales utilizados normalmente en mediciones y ensayos donde la temperatura tenga cierta relevancia.

**FIGURA N° 17 TERMÓMETRO**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

### 3.4.2.3. Horno.

El horno nos permitirá evaporar la humedad que contiene un cuerpo, de forma de que se pueda corregir los pesos que esta contenga, y se haya podido adherir e incrementar de acuerdo a su humedad.

El horno cuenta con un circulante de aire, termostáticamente controlado para una temperatura de  $105^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ .

**FIGURA N° 18 HORNO**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

### 3.4.2.4. Balanza.

La balanza es un instrumento de laboratorio que mide la masa de un cuerpo, utilizando como medio de comparación la fuerza de la gravedad que actúa sobre el cuerpo.

**FIGURA N° 19 BALANZA**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

### 3.5. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.5.1. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ADOBE TRADICIONAL ARTESANAL

##### a. Equipos utilizados en la prueba

#### FIGURA N° 20 MATERIALES UTILIZADOS EN LA PRUEBA DE FACTIBILIDAD DE USO DEL SUELO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

##### b. Procedimiento

#### FIGURA N° 21 PRUEBA DE LA BOTELLA



En una botella de ½ litro se llena ¼ de parte con suelo y ¾ partes con agua, se agita la suspensión y se deja reposar 5 horas.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**c. Toma de datos****TABLA N° 11 RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA PRUEBA DE LA BOTELLA**

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
Nombre de la prueba:	Pruebas de la botella
Fecha del ensayo:	08-Oct-15
Prueba	Resultados
Fábrica 1	48% de arena, 25% de limos, 27% de arcilla.
Fábrica 2	43% de arena, 18% de limos, 39% de arcilla.
Fábrica 3	52% de arena, 28% de limos, 20% de arcilla.
Fábrica 4	37% de arena, 25% de limos, 38% de arcilla.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

**TABLA N° 12 RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA PRIMERA FÁBRICA**

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
<b>" EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO FISICO - MECANICO DEL ADOBE ELABORADO SEGÚN NORMA E.080 ADICIONADO CON DIFERENTES PORCENTAJES DE MUCILAGO DE GIGANTON, UTILIZANDO INSUMOS DE LA REGION DEL CUSCO, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL ARTESANAL ELABORADO EN EL SECTOR ADOBEROS, DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO"</b>	
Encuesta:	Para determinar las características de los adobes tradicionales artesanales.
Fecha:	miércoles 02 octubre del 2015
<b>1.- ¿Cuál es el lugar de procedencia de la tierra, para la elaboración del adobe tradicional artesanal?</b>	
Son desmontes que son traídos de los diferentes distritos del Cusco.	
<b>2.- ¿Usa algún método para la selección del material, para la elaboración del adobe tradicional artesanal?</b>	
Ninguno, solamente se evita la que exista plantas, plásticos y que la tierra no sea tan oscura.	
<b>3.- ¿En resumen, cuál es el proceso de elaboración del adobe tradicional artesanal?</b>	
Recepción del desmonte, selección de la tierra, mezclado de la tierra, paja y agua, remojo de la mezcla, moldeado con las gaveras del adobe, tendido del adobe, secado y venta final.	
<b>4.- ¿Cuál es el lugar de procedencia de la paja, como la selecciona y de que depende las dimensiones de la misma ?</b>	
Huambutio, que solo sea paja seca y se utiliza paja de 20 cm.	
<b>5.- ¿Cuál es la proporción aproximada de agua en litros y cuál es la calidad del agua que utiliza durante la elaboración del adobe tradicional artesanal?</b>	
Solo se aumenta agua a la mezcla hasta que sea trabajable y no se pegue en las gaveras o moldes, se usa agua potable.	
<b>6.- ¿Cuánto es el tiempo aproximado que hace dormir la mezcla de barro, y cuáles son las ventajas de seguir este proceso en la elaboración del adobe tradicional artesanal?</b>	
10-12 horas, le da mayor resistencia, evita que el adobe se raje y mayor facilidad de moldeado con las gaveras durante la elaboración de los adobes.	
<b>7.- ¿Cuál es el proceso de secado del adobe tradicional artesanal y a los cuántos días considera que el adobe está apto para ser utilizado como material de construcción?</b>	
Se iguala el terreno, se pone paja y se empieza a poner el adobe, 12 días.	
<b>8.- ¿Realiza algún control de calidad al adobe tradicional artesanal posterior a su secado?</b>	
Ninguno.	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.





TABLA N° 13 RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA SEGUNDA FÁBRICA

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
" EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO FISICO - MECANICO DEL ADOBE ELABORADO SEGÚN NORMA E.080 ADICIONADO CON DIFERENTES PORCENTAJES DE MUCILAGO DE GIGANTON, UTILIZANDO INSUMOS DE LA REGION DEL CUSCO, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL ARTESANAL ELABORADO EN EL SECTOR ADOBEROS, DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO"		
Encuesta:	Para determinar las características de los adobes tradicionales artesanales.	
Fecha:	miercoles 02 octubre del 2015	
<b>1.- ¿Cuál es el lugar de procedencia de la tierra, para la elaboracion del adobe tradicional artesanal?</b>		
Proviene de cualquier desmonte del la ciudad del Cusco.		
<b>2.- ¿Usa algun metodo para la selección del material, para la elaboracion del adobe tradicional artesanal?</b>		
Visualmente y evitando la presencia de la tierra de color amarillo.		
<b>3.- ¿En resumen, cual es el proceso de elaboracion del adobe tradicional artesanal?</b>		
Selección de piedras, mezcla de la tierra, paja y agua, dormido de la mezcla, moldeado de adobes, secado y posterior venta.		
<b>4.- ¿Cuál es el lugar de procedencia de la paja, como la selecciona y de que depende las dimensiones de la misma ?</b>		
Paruro y otros lugares, que esten secos y se coloca en dimension de 20 cm.		
<b>5.- ¿Cuál es la proporcion aproximada de agua en litros y cual es la calidad del agua que utiliza durante la elaboracion del adobe tradicional artesanal?</b>		
1000 litros de agua aproximadamente para un millar de adobes normales (40x15x15cm), el agua es potable.		
<b>6.- ¿Cuánto es el tiempo aproximado que hace dormir la mezcla de barro, y cuales son las ventajas de seguir este proceso en la elaboracion del adobe tradicional artesanal?</b>		
10 horas, la principal ventaja es que brinda mayor resistencia en un futuro al adobe.		
<b>7.- ¿Cuál es es el proceso de secado del adobe tradicional artesanal y a los cuantos dias considera que el adobe esta apto para ser utilizado como material de construccion?</b>		
Son colocados al aire libre, y cubiertos con plastico en casos de que llueva.		
<b>8.- ¿Realiza algun control de calidad al adobe tradicional artesanal posterior a su secado?</b>		
Ninguno.		

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.





TABLA N° 14 RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA TERCERA FÁBRICA

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
<b>" EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO FISICO - MECANICO DEL ADOBE ELABORADO SEGÚN NORMA E.080 ADICIONADO CON DIFERENTES PORCENTAJES DE MUCILAGO DE GIGANTON, UTILIZANDO INSUMOS DE LA REGION DEL CUSCO, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL ARTESANAL ELABORADO EN EL SECTOR ADOBEROS, DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO"</b>		
<b>Encuesta:</b>	Para determinar las características de los adobes tradicionales artesanales.	
<b>Fecha:</b>	miércoles 02 octubre del 2015	
<b>1.- ¿Cuál es el lugar de procedencia de la tierra, para la elaboración del adobe tradicional artesanal?</b>		
El lugar de procedencia de la tierra a utilizar no tiene lugar de origen.		
<b>2.- ¿Usa algún método para la selección del material, para la elaboración del adobe tradicional artesanal?</b>		
Solo se hace uso de la experiencia en la elaboración del adobe, se selecciona de manera visual.		
<b>3.- ¿En resumen, cual es el proceso de elaboración del adobe tradicional artesanal?</b>		
Selección del material, mezclado con paja, se deja dormir la tierra con paja y agua, moldeado, secado y se transporta.		
<b>4.- ¿Cuál es el lugar de procedencia de la paja, como la selecciona y de que depende las dimensiones de la misma ?</b>		
Waccoto, se observa que no tenga plásticos y se coloca en dimensiones de 20-25 cm.		
<b>5.- ¿Cuál es la proporción aproximada de agua en litros y cual es la calidad del agua que utiliza durante la elaboración del adobe tradicional artesanal?</b>		
50 baldes de 20 litros cada uno, para medio millar de adobes (40x20x15), utilizo agua del río huatanay.		
<b>6.- ¿Cuánto es el tiempo aproximado que hace dormir la mezcla de barro, y cuales son las ventajas de seguir este proceso en la elaboración del adobe tradicional artesanal?</b>		
7-10 horas, se evitan la presencia de rajaduras en el adobe.		
<b>7.- ¿Cuál es el proceso de secado del adobe tradicional artesanal y a los cuantos días considera que el adobe esta apto para ser utilizado como material de construcción?</b>		
Primero se nivela el terreno, luego se pone paja y se tienden los adobes, 1 1/2 semana.		
<b>8.- ¿Realiza algún control de calidad al adobe tradicional artesanal posterior a su secado?</b>		
Ninguno.		

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



**TABLA N° 15 RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA CUARTA FÁBRICA**

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
<b>" EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO FISICO - MECANICO DEL ADOBE ELABORADO SEGÚN NORMA E.080 ADICIONADO CON DIFERENTES PORCENTAJES DE MUCILAGO DE GIGANTON, UTILIZANDO INSUMOS DE LA REGION DEL CUSCO, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL ARTESANAL ELABORADO EN EL SECTOR ADOBEROS, DISTRITO DE SAN JERONIMO - CUSCO"</b>		
<b>Encuesta:</b>	Para determinar las características de los adobes tradicionales artesanales.	
<b>Fecha:</b>	miercoles 02 octubre del 2015	
<b>1.- ¿Cuál es el lugar de procedencia de la tierra, para la elaboracion del adobe tradicional artesanal?</b>		
No se tiene una procedencia fija y cierta, solo son desmontes que son traídos del interior del cusco.		
<b>2.- ¿Usa algun metodo para la selección del material, para la elaboracion del adobe tradicional artesanal?</b>		
Ninguno, simplemente lo selecciono visualmente.		
<b>3.- ¿En resumen, cual es el proceso de elaboracion del adobe tradicional artesanal?</b>		
Escogido de material de gran tamaño como bolones y piedras, mezclado del material, puesta de la paja a la mezcla, remojado con agua, elaboracion del adobe y finalmente el secado del adobe.		
<b>4.- ¿Cuál es el lugar de procedencia de la paja, como la selecciona y de que depende las dimensiones de la misma ?</b>		
La paja es de paruro, se selecciona simplemente a aquellas que esten secas totalmente y la dimension de la paja generalmente se coloca cortada a 15 cm.		
<b>5.- ¿Cuál es la proporcion aproximada de agua en litros y cual es la calidad del agua que utiliza durante la elaboracion del adobe tradicional artesanal?</b>		
Exactamente no utilizo una medida, normalmente echamos agua a la mezcla hasta que sea trabajable, el agua que utilizo es potable.		
<b>6.- ¿Cuánto es el tiempo aproximado que hace dormir la mezcla de barro, y cuales son las ventajas de seguir este proceso en la elaboracion del adobe tradicional artesanal?</b>		
5-7 horas, la ventaja es que la mezcla del adobe sea trabajable o moldeable.		
<b>7.- ¿Cuál es el proceso de secado del adobe tradicional artesanal y a los cuantos días considera que el adobe esta apto para ser utilizado como material de construccion?</b>		
Los adobes secan en un tendal al aire libre, y son aptos para ser usados a las 2 semanas.		
<b>8.- ¿Realiza algun control de calidad al adobe tradicional artesanal posterior a su secado?</b>		
Ninguno.		

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



### 3.5.2. PRUEBAS PARA DETERMINAR SI EL SUELO ES APTO PARA SU USO

#### a. Equipos utilizados en la prueba

#### FIGURA N° 22 MATERIALES UTILIZADOS EN LA PRUEBA DE FACTIBILIDAD DE USO DEL SUELO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

#### b. Procedimiento

Previa la fabricación de los adobes se realiza pruebas convencionales para determinar si el suelo usado es óptimo, las pruebas realizadas están de acuerdo a la *Tabla N° 6 Pruebas para determinar si el suelo es apto para su uso.*

#### FIGURA N° 23 PRUEBA DE COLOR



Se observa el color del suelo, y se determina que es un suelo claro y brillante.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

#### FIGURA N° 24 PRUEBA DENTAL



Se muele ligeramente una pizca de suelo entre los dientes, y éstas rechinan un poco.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**FIGURA N° 25 PRUEBA OLFATIVA**



Se aprecia el olor del suelo, y no presenta ningún olor en particular.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**FIGURA N° 26 PRUEBA DE BRILLO**



Se corta un poco de suelo como una masilla, y se determina que tiene una apariencia mate.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**FIGURA N° 27 PRUEBA DEL ENROLLADO**



Se forma un rollo de suelo hidratado de 5 a 10cm y se lo desplaza entre el índice y el pulgar. La muestra se rompió a 7.3 cm.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**FIGURA N° 28 PRUEBA DE RESISTENCIA SECA DE LA BOLITA**



Se preparan tres bolitas de suelo hidratado de 2 cm de diámetro y se deja secar 24 horas, luego se presionan entre el pulgar y el índice. Las bolitas no se llegaron a romper usando solo los dedos.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

#### FIGURA N° 29 PRUEBA DE LA BOTELLA



En una botella de  $\frac{1}{2}$  litro se llena  $\frac{1}{4}$  de parte con suelo y  $\frac{3}{4}$  partes con agua, se agita la suspensión y se deja reposar 5 horas. Los porcentajes obtenidos son: 70% de arena 15% de limos 15% de arcilla.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

#### FIGURA N° 30 PRUEBA DE AGUA PARA EL BARRO



Se separa una pequeña porción de barro para la fabricación de los testigos, se la tira de golpe contra el piso y se la trata de levantar con el uso de una sola mano. El barro conserva su figura y material al levantar la masa.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### c. Toma de datos

A continuación se presenta el cuadro con los datos recopilados.

**TABLA N° 16 PRUEBAS PARA DETERMINAR SI EL SUELO ES APTO PARA SU USO.**

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
Nombre de la prueba:	Pruebas para determinar si el suelo es apto para su uso
Fecha del ensayo:	06-Jul-15
Prueba	Resultados
Prueba de color	Claros y brillantes.
Prueba dental	Limosos.
Prueba olfativa	Sin olor rancio.
Prueba de brillo	Mates.
Prueba del enrollado	La muestra se rompió a 7.3 cm.
Prueba de resistencia seca de la bolita	Las bolitas no se llegaron romper usando solo los dedos.
Prueba de la botella	70% de arena, 15% de limos, 15% de arcilla.
Prueba de agua para el barro	Conserva su figura y material al levantar la masa.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.5.3. EXTRACCIÓN DEL MUCÍLAGO

#### a. Equipos utilizados en la prueba

**FIGURA N° 31 MATERIALES UTILIZADOS EN LA EXTRACCIÓN DE MUCÍLAGO.**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

#### b. Procedimiento

Se obtuvo el gigantón (*Trichocereus Peruvianus* - Antorcha Peruana) de la zona de Huarcoondo – Anta. Se extrajeron en total aproximadamente 20 unidades de gigantón, a las cuales se les sacaron las espinas para efectos de transporte y uso.

**FIGURA N° 32 EXTRACCIÓN EN CAMPO DE LAS UNIDADES DE GIGANTÓN**



Extracción del gigantón de la zona de Huarcoondo – Anta; y corte de las espinas para su uso y transporte.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Después se corta el gigantón en trozos de aproximadamente 2 cm de espesor, para en seguida ser colocados en un contenedor con agua en una proporción agua/gigantón de 2:1 (2 volúmenes de agua por 1 de gigantón).

**FIGURA N° 33 CORTE DEL GIGANTÓN EN TROZOS**



Se corta el gigantón en trozos de aproximadamente 2 cm de espesor.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**FIGURA N° 34 DISPOSICIÓN DE LAS PROPORCIONES**



Preparación de trozos de gigantón en baldes para luego ser vertidos en el cilindro. La dosificación para el preparado es de 1 balde con trozos de gigantón por 2 baldes de agua.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**FIGURA N° 35 MEZCLA DE AGUA Y GIGANTÓN**



La mezcla de agua y gigantón se deja en remojo, en un cilindro tapado, por un aproximado de 5 días.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**FIGURA N° 36 EXTRACCIÓN DEL MUCÍLAGO**



Pasados los 5 días de remojo, se cuele la mezcla para separar el mucílago de los trozos de gigantón.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**FIGURA N° 37 GUARDADO DEL MUCÍLAGO**



Ya extraído el mucílago se almacena en un recipiente para su posterior uso.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.5.4. PREPARACIÓN DE LOS TESTIGOS

#### a. Equipos utilizados en la prueba

**FIGURA N° 38 MATERIALES UTILIZADOS EN LA PREPARACIÓN DE LOS TESTIGOS**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

#### b. Procedimiento

Primero se realiza el cálculo de los porcentajes por añadir a la mezcla de mortero, los cuales deben ser respecto al peso seco del suelo. Para ello se mide el volumen de tierra que contiene una gabera de adobe, seguidamente se procede a secar la tierra en el horno durante 24 horas para luego obtener el peso seco de la tierra y con ello determinar la cantidad en litros de mucílago de gigantón que se añade de acuerdo a cada porcentaje.

**FIGURA N° 39 MEDIDA DEL VOLUMEN DE TIERRA CORRESPONDIENTE A UNA UNIDAD DE ADOBE**



Se mide el volumen al ras, de tierra seca que entra en un molde (gabera) de adobe.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



**FIGURA N° 40 PESO DE LA TIERRA SECA CORRESPONDIENTE A UNA UNIDAD DE ADOBE**



Se pesa la cantidad de tierra que se contiene en una gavera de adobe.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**TABLA N° 17 CANTIDAD DE TIERRA**

Cantidad de tierra para 01 adobe			Cantidad de tierra para 21 adobes		
Recipiente + Tierra	=	14.22 kg	Tierra (01 adobe)	=	13.56 kg
Recipiente	=	0.67 kg	Tierra (21 adobes)	=	284.67 kg
<b>Tierra</b>	<b>=</b>	<b>13.56 kg</b>			

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**FIGURA N° 41 TAMIZADO**



Previa la preparación del barro se tamiza la tierra con una malla metálica o zaranda de ¼” de abertura, para eliminar piedras mayores a 5mm y otros elementos extraños

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**FIGURA N° 42 HIDRATACIÓN DE LA TIERRA PREVIA LA PREPARACIÓN DEL BARRO**



Se prepara el barro y se deja dormir en promedio por 2 días.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**FIGURA N° 43 MEZCLA DEL BARRO CON EL MUCÍLAGO DE GIGANTÓN**



Se mezcla el barro con el mucilago de gigantón de acuerdo a las cantidades calculadas para cada caso.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**TABLA N° 18 CANTIDAD DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN EN LITROS QUE AÑADE AL BARRO SEGÚN CADA PORCENTAJE.**

CANTIDAD DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN PARA 3%:				
Wseco suelo	284.67	-	100 %	
Adición de M.G	x	-	3 % =	8.54 lt

CANTIDAD DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN PARA 5%:				
Wseco suelo	284.67	-	100 %	
Adición de M.G	x	-	5 % =	14.23 lt

CANTIDAD DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN PARA 7%:				
Wseco suelo	284.67	-	100 %	
Adición de M.G	x	-	7 % =	19.93 lt

CANTIDAD DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN PARA 9%:				
Wseco suelo	284.67	-	100 %	
Adición de M.G	x	-	9 % =	25.62 lt

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**FIGURA N° 44 PREPARACIÓN DEL BARRO**



Después de hidratado y mezclado con mucílago, el barro es mezclado y se agrega un poco de agua de ser necesario.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

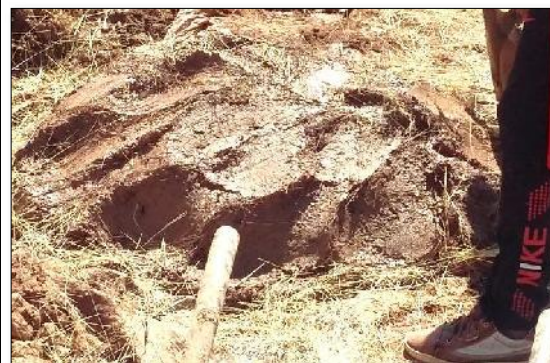
**FIGURA N° 45 CORTE DE LA PAJA**



Para cortar la paja, ésta es colocada a unos 10 cm del medio círculo de metal que se observa en la figura.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**FIGURA N° 46 MEZCLA DEL BARRO Y LA PAJA**



Se agrega paja al barro para evitar que se produzcan rajaduras. (1 de paja + 5 de barro).

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**FIGURA N° 47 PREPARACIÓN PREVIA DE LAS GAVERAS**

Se humedece la gavera y luego se espolvorea arena fina dentro del molde para que no se pegue el barro.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**FIGURA N° 48 MOLDEADO Y TENDIDO**

Se llena la adobera lanzando con fuerza porciones de barro, se empareja la superficie primero con las manos y luego con una regla de madera, luego se saca con cuidado el molde para no deformar el adobe recién hecho, finalmente se secan los adobes sobre una superficie plana, bajo sombra.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**FIGURA N° 49 PRUEBA DE RESISTENCIA DEL ADOBE**



Se realiza esta prueba colocando un adobe apoyado sobre otros dos, el cual debe resistir el peso de una persona por lo menos durante un minuto. Se observa en general que los adobes no tienen grietas ni están deformados

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**FIGURA N°50 SECADO Y TRANSPORTE Y CODIFICADO**



Después de 5 días se colocan los adobes de canto para completar su secado, y se dejan secando mínimo un mes bajo sombra también, para evitar la evaporación rápida debida al sol fuerte. Por último se transportan los adobes a laboratorio para sus posteriores ensayos.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.5.5. ENSAYO DE VARIACIÓN DE DIMENSIONES

#### a. Equipos utilizados en la prueba

**FIGURA N° 51 MATERIALES UTILIZADOS EN LA PRUEBA DE VARIACIÓN DE DIMENSIONES**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

#### b. Procedimiento

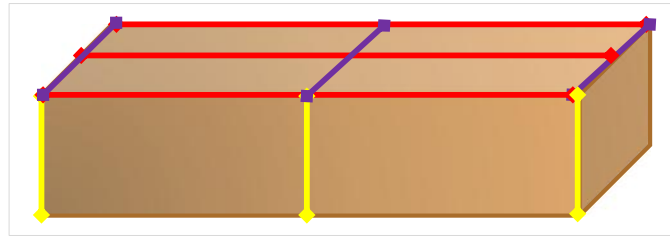
El adobe después de elaborado, al ser expuesto al secado durante 30 días, sufre cierta variación de sus dimensiones, es por ello que mediante este ensayo se determina cuanta es la variación de los testigos de adobe.

Para la realización de esta prueba, simplemente se mide el ancho, largo y altura de los adobes, pasados los 30 días después de su elaboración, y se comparan los resultados con las medidas de las gaveras, con las cuales se elaboraron los adobes, es decir:

- Para las unidades tradicionales artesanales: 40 cm x 20 cm x 20 cm.
- Para las unidades elaboradas según norma (tradicional y adicionada con mucílago de gigantón): 40 cm x 20 cm x 10 cm.

Se mide el largo, ancho y altura de cada uno de los testigos, en 3 partes de cada lado para una mejor recolección de datos.

**FIGURA N° 52 EJEMPLIFICACIÓN DE LA MEDIDA DE LAS DIMENSIONES DE TESTIGOS DE ADOBE**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**FIGURA N° 53 MEDICIÓN DE LA VARIACIÓN DE DIMENSIONES DE UNIDADES DE ADOBE.**



Se miden las dimensiones de los testigos de adobe en 3 partes diferentes de cada lado (centro y costados)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**c. Toma de datos**

A continuación se presenta el cuadro con los datos recopilados.



TABLA N° 19 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DE DIMENSIONES DE LOS TESTIGOS DE ADOBE TRADICIONALES ARTESANALES.

Muestra N°	Fecha de elaboración	Ensayo de variación de dimensiones																	
		Largo inicial (cm)		Ancho inicial (cm)		Altura inicial (cm)		Largo final (cm)		Ancho final (cm)		Altura final (cm)							
		L-1a	L-2a	L-3a	A-1a	A-2a	A-3a	H-1a	H-2a	H-3a	L-1b	L-2b	L-3b	A-1b	A-2b	A-3b	H-1b	H-2b	H-3b
AT - 1	21/08/2015	40.00	20.00	20.00	38.50	39.00	38.50	18.70	18.70	19.00	39.00	38.50	38.50	19.20	19.00	19.00	18.70	19.00	18.70
AT - 2	21/08/2015	40.00	20.00	20.00	38.50	38.80	38.80	18.50	18.30	18.50	38.80	38.80	38.50	18.30	18.50	18.50	18.60	18.70	18.80
AT - 3	21/08/2015	40.00	20.00	20.00	38.00	39.00	38.50	18.30	18.00	18.60	39.00	38.50	38.00	18.00	18.60	18.30	18.60	18.90	18.80
AT - 4	21/08/2015	40.00	20.00	20.00	38.00	39.00	38.50	18.50	19.00	19.20	38.00	38.50	38.00	19.00	19.20	18.50	18.90	18.70	19.00
AT - 5	21/08/2015	40.00	20.00	20.00	38.00	39.00	38.50	18.00	18.20	18.20	39.00	38.50	38.00	18.20	18.20	18.00	18.90	18.60	19.00
AT - 6	21/08/2015	40.00	20.00	20.00	38.50	38.50	38.00	19.10	18.80	18.50	38.50	38.00	38.50	18.80	18.50	19.10	19.00	19.00	19.00
AT - 7	21/08/2015	40.00	20.00	20.00	38.60	39.00	39.00	19.00	19.00	18.60	39.00	39.00	38.60	19.00	18.70	19.00	18.60	18.50	19.00
AT - 8	21/08/2015	40.00	20.00	20.00	38.30	38.10	38.60	18.50	18.20	18.20	38.10	38.60	38.30	18.20	18.20	18.50	18.40	18.70	18.40
AT - 9	21/08/2015	40.00	20.00	20.00	38.50	38.80	39.00	19.00	18.50	19.00	38.80	39.00	38.50	18.50	19.00	19.00	18.40	18.90	19.00
AT - 10	21/08/2015	40.00	20.00	20.00	38.50	38.60	38.50	19.00	19.00	18.90	38.60	38.50	38.50	19.00	19.00	19.00	18.90	18.90	18.60
AT - 11	21/08/2015	40.00	20.00	20.00	38.50	38.80	38.50	19.00	19.00	18.70	38.80	38.50	38.50	19.00	19.00	19.00	18.40	18.80	18.70
AT - 12	21/08/2015	40.00	20.00	20.00	38.50	38.50	39.00	18.50	18.50	19.00	38.50	39.00	38.50	18.50	19.00	18.50	19.00	19.10	18.70
AT - 13	21/08/2015	40.00	20.00	20.00	38.50	39.00	39.00	19.30	19.50	19.20	39.00	39.00	38.50	19.50	19.20	19.30	18.40	19.00	18.90
AT - 14	21/08/2015	40.00	20.00	20.00	39.00	38.80	38.80	19.00	18.80	19.00	38.80	38.80	39.00	18.80	19.00	19.00	18.70	18.60	18.50
AT - 15	21/08/2015	40.00	20.00	20.00	39.00	39.00	39.20	18.40	19.00	18.70	39.00	39.20	39.00	19.00	18.70	18.40	18.40	18.90	18.90
AT - 16	21/08/2015	40.00	20.00	20.00	38.50	39.00	38.60	19.00	19.00	18.80	39.00	38.60	38.50	19.00	18.80	19.00	18.70	18.50	18.80
AT - 17	21/08/2015	40.00	20.00	20.00	38.90	38.60	39.00	19.00	18.50	19.00	38.60	39.00	38.90	18.50	19.00	19.00	18.90	18.40	19.00
AT - 18	21/08/2015	40.00	20.00	20.00	38.50	38.60	38.50	19.00	19.00	18.90	38.60	38.50	38.50	19.00	19.00	19.00	18.80	18.90	18.90
AT - 19	21/08/2015	40.00	20.00	20.00	38.00	38.50	38.50	18.60	19.00	18.20	38.50	38.50	38.00	19.00	18.20	18.60	18.70	18.40	19.00
AT - 20	21/08/2015	40.00	20.00	20.00	38.50	39.00	38.80	18.50	18.50	18.80	39.00	38.80	38.50	18.50	18.80	18.50	18.50	19.00	19.00
AT - 21	21/08/2015	40.00	20.00	20.00	38.50	38.50	38.60	18.50	18.70	18.50	38.50	38.60	38.50	18.70	18.50	18.50	19.10	19.00	18.90

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA





TABLA N° 20 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DE DIMENSIONES DE LOS TESTIGOS DE ADOBE TRADICIONALES ELABORADOS SEGÚN NORMA.



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



Nombre de la prueba:  
Fecha del ensayo: 24-Nov-15  
Ensayo de variación de dimensiones

Muestra N°	Fecha de elaboración	Largo inicial (cm)	Ancho inicial (cm)	Altura inicial (cm)	Largo final (cm)			Ancho final (cm)			Altura final (cm)												
					L-1a	L-2a	L-3a	A-1a	A-2a	A-3a	H-1a	H-2a	H-3a	L-1b	L-2b	L-3b	A-1b	A-2b	A-3b	H-1b	H-2b	H-3b	
T-1	21/08/2015	40.00	20.00	10.00	39.50	39.00	39.50	19.00	19.20	19.00	9.40	9.40	9.00	39.00	39.50	39.50	19.20	19.00	19.00	9.40	9.40	9.00	9.40
T-2	21/08/2015	40.00	20.00	10.00	39.50	38.80	38.80	18.50	19.20	18.80	8.80	9.30	8.70	38.80	38.80	39.50	19.20	18.80	18.50	9.30	8.70	8.80	8.80
T-3	21/08/2015	40.00	20.00	10.00	39.00	39.20	38.50	19.30	19.40	19.60	8.80	9.10	9.00	39.20	38.50	39.00	19.00	19.60	19.30	9.10	9.00	8.80	8.80
T-4	21/08/2015	40.00	20.00	10.00	39.10	39.10	38.70	19.50	19.00	19.20	9.00	8.90	9.40	39.10	38.70	39.10	19.00	19.20	19.50	8.90	9.40	9.00	9.00
T-5	21/08/2015	40.00	20.00	10.00	38.00	39.00	38.80	19.00	19.20	18.80	9.00	9.40	8.90	39.00	38.80	38.00	19.20	18.80	19.00	9.40	8.90	9.00	8.70
T-6	21/08/2015	40.00	20.00	10.00	38.50	38.50	39.00	18.10	18.80	18.50	8.70	9.00	8.80	38.50	39.00	38.50	18.80	18.50	18.10	9.00	8.80	8.70	8.70
T-7	21/08/2015	40.00	20.00	10.00	38.60	39.00	39.00	19.00	19.00	18.70	9.00	8.60	9.10	39.00	39.00	38.60	19.00	18.70	19.00	8.60	9.10	9.00	9.00
T-8	21/08/2015	40.00	20.00	10.00	39.30	39.10	39.60	18.50	19.00	19.20	9.00	9.40	8.70	39.10	39.60	39.30	19.00	19.20	18.50	9.40	8.70	9.00	9.00
T-9	21/08/2015	40.00	20.00	10.00	39.50	39.30	39.40	19.00	18.70	19.30	9.00	8.90	8.90	39.30	39.40	39.50	18.70	19.30	19.00	8.90	8.90	9.00	9.00
T-10	21/08/2015	40.00	20.00	10.00	39.40	39.60	39.10	19.00	19.10	19.00	9.30	8.90	8.90	39.60	39.10	39.40	19.10	19.00	19.00	8.90	8.90	9.30	9.30
T-11	21/08/2015	40.00	20.00	10.00	39.50	39.30	38.80	19.00	19.30	18.80	8.70	9.10	9.00	39.30	38.80	39.50	19.30	18.80	19.00	9.10	9.00	8.70	8.70
T-12	21/08/2015	40.00	20.00	10.00	39.30	39.50	39.00	18.70	19.30	19.00	9.40	9.00	9.10	39.50	39.00	39.30	19.30	19.00	18.70	9.40	9.00	9.10	9.40
T-13	21/08/2015	40.00	20.00	10.00	39.40	39.40	39.10	19.30	19.50	19.20	9.40	9.10	9.00	39.40	39.10	39.40	19.50	19.20	19.30	9.10	9.00	9.40	9.40
T-14	21/08/2015	40.00	20.00	10.00	39.00	38.80	39.30	19.00	19.60	19.00	9.50	8.90	9.60	38.80	39.30	39.00	18.80	19.00	19.00	8.90	9.60	9.50	9.50
T-15	21/08/2015	40.00	20.00	10.00	39.00	38.60	39.20	19.00	19.00	19.40	8.90	9.30	8.90	38.60	39.20	39.00	19.00	18.70	18.40	9.30	8.90	8.90	8.90
T-16	21/08/2015	40.00	20.00	10.00	38.50	39.10	38.60	19.00	19.20	18.60	8.80	8.70	9.10	39.10	38.60	38.50	19.20	18.60	19.00	8.70	9.10	8.80	8.80
T-17	21/08/2015	40.00	20.00	10.00	38.90	39.40	39.00	19.20	19.50	19.00	9.00	8.90	9.40	39.40	39.00	38.90	18.50	19.00	18.80	8.90	9.40	9.00	9.00
T-18	21/08/2015	40.00	20.00	10.00	39.50	39.60	39.10	19.00	19.30	18.90	9.20	9.40	9.00	39.60	39.10	39.50	19.30	18.90	19.00	9.40	9.00	9.40	9.20
T-19	21/08/2015	40.00	20.00	10.00	39.00	39.50	39.00	19.60	19.00	19.20	9.00	8.70	8.90	39.50	39.50	39.50	19.00	19.20	18.60	8.70	8.90	9.00	9.00
T-20	21/08/2015	40.00	20.00	10.00	38.90	39.30	39.60	19.30	19.20	19.20	9.00	8.80	9.30	39.30	39.60	38.90	19.20	18.80	18.50	8.80	9.30	9.00	9.00
T-21	21/08/2015	40.00	20.00	10.00	38.70	39.30	39.60	19.50	19.10	19.10	8.90	9.10	9.00	39.30	39.60	38.70	18.70	19.10	18.50	9.10	9.00	9.40	9.40

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA N° 21 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DE DIMENSIONES DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 3% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN.



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



Nombre de la prueba: Ensayo de variación de dimensiones  
Fecha del ensayo: 24-Nov-15

Muestra N°	Fecha de elaboración	Largo inicial (cm)	Ancho inicial (cm)	Altura inicial (cm)	Largo final (cm)			Ancho final (cm)			Altura final (cm)											
					L-1a	L-2a	L-3a	A-1a	A-2a	A-3a	H-1a	H-2a	H-3a	L-1b	L-2b	L-3b	A-1b	A-2b	A-3b	H-1b	H-2b	H-3b
3 - 1	16/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.50	39.30	39.30	19.40	19.20	19.10	9.60	9.40	9.10	39.30	39.30	39.50	19.20	19.10	19.40	9.40	9.10	9.60
3 - 2	16/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.50	39.20	39.00	19.50	19.20	19.80	9.40	9.30	9.30	39.20	39.00	39.50	19.20	19.80	19.50	9.30	9.30	9.40
3 - 3	16/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.00	39.20	39.00	19.30	19.40	19.60	9.80	9.40	9.00	39.20	39.00	39.00	19.40	19.60	19.30	9.40	9.00	9.80
3 - 4	16/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.10	39.10	39.40	19.50	19.00	19.20	9.00	9.10	9.40	39.10	39.40	39.10	19.00	19.20	19.50	9.10	9.40	9.00
3 - 5	16/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.00	39.00	39.40	19.00	19.20	19.80	9.00	9.40	9.20	39.00	39.40	39.00	19.20	19.80	19.00	9.40	9.20	9.00
3 - 6	16/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.50	39.50	39.00	19.10	19.40	18.50	9.60	9.00	9.80	39.50	39.00	39.50	19.40	18.50	19.10	9.00	9.80	9.60
3 - 7	16/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.60	39.00	39.00	19.00	19.00	19.70	9.00	9.60	9.10	39.00	39.00	39.60	19.00	19.70	19.00	9.60	9.10	9.00
3 - 8	16/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.30	39.60	39.60	19.05	19.00	19.20	9.00	9.40	9.40	39.60	39.60	39.30	19.00	19.20	19.05	9.40	9.40	9.00
3 - 9	16/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.50	39.30	39.40	19.00	19.70	19.30	9.00	9.20	9.10	39.30	39.40	39.50	19.70	19.30	19.00	9.20	9.10	9.00
3 - 10	16/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.40	39.60	39.10	19.00	19.10	19.00	9.30	9.00	9.10	39.60	39.10	39.40	19.10	19.00	19.00	9.00	9.10	9.30
3 - 11	16/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.50	39.30	39.80	19.50	19.30	19.80	9.50	9.10	9.00	39.30	39.80	39.50	19.30	19.80	19.50	9.10	9.00	9.50
3 - 12	16/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.30	39.50	39.40	19.70	19.30	19.00	9.40	9.00	9.10	39.50	39.40	39.30	19.30	19.00	19.70	9.00	9.10	9.40
3 - 13	16/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.40	39.40	39.50	19.30	19.50	19.20	9.40	9.10	9.00	39.40	39.50	39.40	19.50	19.20	19.30	9.00	9.10	9.40
3 - 14	16/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.00	39.40	39.30	19.00	19.60	19.00	9.50	9.80	9.60	39.40	39.30	39.00	19.60	19.00	19.00	9.80	9.60	9.50
3 - 15	16/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.00	39.60	39.20	19.00	19.00	19.40	9.80	9.30	9.40	39.60	39.20	39.00	19.40	19.00	19.00	9.30	9.40	9.80
3 - 16	16/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.50	39.10	39.60	19.00	19.20	19.60	9.40	9.70	9.30	39.10	39.60	39.50	19.20	19.60	19.00	9.70	9.30	9.40
3 - 17	16/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.40	39.40	39.00	19.20	19.50	19.00	9.00	9.60	9.40	39.40	39.00	39.40	19.50	19.00	19.20	9.60	9.40	9.00
3 - 18	16/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.50	39.60	39.10	19.00	19.30	19.10	9.20	9.40	9.00	39.60	39.10	39.50	19.30	19.10	19.00	9.40	9.00	9.20
3 - 19	16/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.30	39.50	39.50	19.60	19.00	19.20	9.00	9.30	9.10	39.50	39.50	39.30	19.60	19.20	19.60	9.30	9.10	9.00
3 - 20	16/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.30	39.30	39.60	19.30	19.20	19.20	9.10	9.40	9.30	39.30	39.60	39.30	19.20	19.20	19.30	9.40	9.30	9.10
3 - 21	16/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.70	39.30	39.60	19.50	19.10	19.10	9.10	9.10	9.40	39.30	39.60	39.70	19.10	19.10	19.50	9.10	9.40	9.10

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



**TABLA N° 22 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DE DIMENSIONES DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 5% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN.**



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



Nombre de la prueba:  
Fecha del ensayo: 24-Nov-15  
Ensayo de variación de dimensiones

Muestra N°	Fecha de elaboración	Largo inicial (cm)	Ancho inicial (cm)	Altura inicial (cm)	Largo final (cm)			Ancho final (cm)			Altura final (cm)											
					L-1a	L-2a	L-3a	A-1a	A-2a	A-3a	H-1a	H-2a	H-3a	L-1b	L-2b	L-3b	A-1b	A-2b	A-3b	H-1b	H-2b	H-3b
5 - 1	13/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.80	39.50	39.60	20.00	19.80	19.80	9.50	9.50	9.50	39.50	39.60	39.80	19.80	19.80	20.00	9.50	9.50	9.50
5 - 2	13/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.60	39.70	39.50	20.00	20.00	20.00	9.80	9.70	9.70	39.70	39.50	39.60	20.00	20.00	20.00	9.70	9.70	9.80
5 - 3	13/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.50	39.60	39.60	20.00	20.00	20.00	10.00	9.50	9.80	39.60	39.60	39.50	20.00	20.00	20.00	9.50	9.80	10.00
5 - 4	13/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.60	39.50	39.70	19.80	19.80	20.00	9.50	9.60	9.60	39.50	39.70	39.60	19.80	20.00	19.80	9.50	9.60	9.50
5 - 5	13/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.50	39.80	39.50	19.80	19.80	19.80	10.00	9.80	10.00	39.80	39.50	39.50	19.80	19.80	19.80	9.80	9.80	10.00
5 - 6	13/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.40	39.60	39.50	19.50	20.00	19.50	9.80	10.00	9.80	39.60	39.50	39.40	20.00	19.50	19.50	10.00	10.00	9.80
5 - 7	13/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.80	39.70	39.90	19.50	19.50	19.50	10.00	9.80	9.80	39.70	39.90	39.90	19.50	19.50	19.50	9.80	9.80	10.00
5 - 8	13/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.70	39.60	39.50	19.40	19.50	19.50	9.50	9.50	10.00	39.60	39.50	39.70	19.50	19.50	19.40	9.50	10.00	9.50
5 - 9	13/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.50	39.40	39.60	19.80	19.90	19.80	10.00	9.50	9.50	39.40	39.60	39.50	19.90	19.80	19.80	9.50	9.50	10.00
5 - 10	13/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.60	39.50	39.60	20.00	19.50	19.80	9.80	9.80	9.80	39.50	39.60	39.60	19.50	19.80	20.00	9.80	9.80	9.80
5 - 11	13/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.80	39.80	39.60	19.60	19.60	19.60	9.60	9.60	9.60	39.80	39.60	39.80	19.60	19.60	19.60	9.60	9.60	9.70
5 - 12	13/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.50	39.60	39.50	19.50	19.80	19.80	9.50	9.70	9.50	39.60	39.50	39.50	19.80	19.80	19.50	9.50	9.50	9.50
5 - 13	13/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.60	39.60	39.60	19.50	19.50	19.80	9.50	9.50	9.50	39.60	39.50	39.60	19.50	19.80	19.50	9.50	9.50	9.50
5 - 14	13/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.60	39.50	39.60	19.50	19.50	19.50	9.60	9.50	9.60	39.50	39.60	39.60	19.50	19.50	19.50	9.50	9.60	9.60
5 - 15	13/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.50	39.50	39.70	19.50	19.50	19.50	9.50	9.70	9.70	39.50	39.70	39.50	19.50	19.50	19.50	9.50	9.70	9.50
5 - 16	13/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.60	39.60	39.50	19.50	19.80	19.80	9.80	9.80	9.70	39.60	39.50	39.60	19.80	19.80	19.50	9.80	9.70	9.80
5 - 17	13/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.40	39.30	39.70	19.50	19.50	19.50	9.50	9.50	9.70	39.30	39.70	39.40	19.50	19.50	19.50	9.50	9.70	9.50
5 - 18	13/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.60	39.60	39.50	19.50	19.50	19.50	9.50	9.50	9.50	39.60	39.50	39.60	19.50	19.50	20.00	9.50	9.50	9.50
5 - 19	13/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.50	39.80	39.50	20.00	20.00	20.00	9.70	10.00	9.80	39.80	39.50	39.50	20.00	20.00	20.00	10.00	9.80	9.70
5 - 20	13/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.80	39.50	39.50	19.80	20.00	20.00	9.80	9.80	9.50	39.50	39.50	39.80	20.00	20.00	20.00	9.80	9.50	9.80
5 - 21	13/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.00	39.50	39.50	19.50	19.50	19.50	10.00	9.80	9.80	39.50	39.50	39.00	19.50	19.50	19.50	9.80	9.80	10.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



**TABLA N° 23 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DE DIMENSIONES DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 7% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN.**



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



Nombre de la prueba: Ensayo de variación de dimensiones  
24-Nov-15

Muestra N°	Fecha de elaboración	Largo inicial (cm)	Ancho inicial (cm)	Altura inicial (cm)	Largo final (cm)			Ancho final (cm)			Altura final (cm)														
					L-1a	L-2a	L-3a	A-1a	A-2a	A-3a	H-1a	H-2a	H-3a	L-1b	L-2b	L-3b	A-1b	A-2b	A-3b	H-1b	H-2b	H-3b			
7-1	01/10/2015	40.00	20.00	10.00	40.00	40.00	40.00	20.00	19.80	19.90	19.90	9.90	10.00	10.00	40.00	40.00	40.00	19.90	20.00	19.80	9.90	10.00	10.00	9.90	9.90
7-2	01/10/2015	40.00	20.00	10.00	39.70	39.60	39.80	19.80	19.90	19.90	19.90	9.90	9.90	9.90	39.60	39.80	39.70	19.90	19.80	19.90	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90
7-3	01/10/2015	40.00	20.00	10.00	39.90	39.70	39.70	19.90	19.90	19.80	19.80	10.00	10.00	10.00	39.70	39.70	39.90	19.80	19.90	19.90	9.90	10.00	10.00	10.00	9.80
7-4	01/10/2015	40.00	20.00	10.00	40.00	40.00	39.90	20.00	20.00	20.00	9.90	9.80	9.90	9.90	40.00	39.90	40.00	20.00	20.00	20.00	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90
7-5	01/10/2015	40.00	20.00	10.00	39.80	39.80	39.70	19.80	19.80	19.90	9.90	9.90	9.90	9.90	39.80	39.70	39.80	19.90	19.80	19.80	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90
7-6	01/10/2015	40.00	20.00	10.00	39.80	40.00	39.90	19.80	19.80	19.90	9.90	9.80	9.90	9.90	40.00	39.90	39.80	19.90	19.80	19.80	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90
7-7	01/10/2015	40.00	20.00	10.00	39.70	39.80	39.80	19.80	19.80	20.00	9.90	9.70	9.90	9.90	40.00	39.90	40.00	20.00	19.90	20.00	9.90	9.70	9.90	9.90	9.90
7-8	01/10/2015	40.00	20.00	10.00	39.90	39.90	39.80	19.80	19.80	19.70	9.80	9.90	9.80	9.80	39.80	39.80	39.70	19.70	19.80	19.80	9.90	9.70	9.90	9.90	9.80
7-9	01/10/2015	40.00	20.00	10.00	39.90	39.90	39.90	20.00	20.00	19.80	9.90	9.90	9.90	9.90	39.90	39.90	39.90	19.80	20.00	20.00	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90
7-10	01/10/2015	40.00	20.00	10.00	39.90	40.00	40.00	19.90	19.90	19.90	9.90	9.90	9.80	9.80	40.00	40.00	39.90	19.90	19.90	19.90	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90
7-11	01/10/2015	40.00	20.00	10.00	40.00	39.90	39.80	19.90	19.70	19.70	9.70	9.90	9.90	9.90	39.90	39.80	40.00	19.70	19.90	19.70	9.90	9.70	9.90	9.90	9.70
7-12	01/10/2015	40.00	20.00	10.00	39.80	39.90	39.70	19.70	19.80	19.80	9.90	9.90	9.90	9.90	39.90	39.70	39.80	19.80	19.70	19.80	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90
7-13	01/10/2015	40.00	20.00	10.00	39.90	39.90	39.90	19.90	19.90	19.80	9.90	9.90	9.90	9.90	39.90	39.90	39.90	19.90	19.90	19.90	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90
7-14	01/10/2015	40.00	20.00	10.00	39.90	40.00	40.00	20.00	20.00	20.00	9.80	10.00	10.00	10.00	40.00	40.00	40.00	20.00	20.00	20.00	9.90	10.00	10.00	10.00	9.80
7-15	01/10/2015	40.00	20.00	10.00	39.80	39.80	39.90	19.80	19.80	19.90	10.00	9.80	9.80	9.80	39.80	39.90	39.80	19.90	19.80	19.80	9.80	9.80	9.80	9.80	10.00
7-16	01/10/2015	40.00	20.00	10.00	40.00	40.00	40.00	20.00	19.80	19.80	9.90	10.00	9.90	9.90	40.00	40.00	40.00	19.80	20.00	19.80	9.90	10.00	10.00	9.90	9.90
7-17	01/10/2015	40.00	20.00	10.00	39.90	39.90	39.80	20.00	20.00	19.90	9.80	9.90	9.90	9.90	39.90	39.80	39.90	19.90	20.00	20.00	9.90	9.90	9.90	9.90	9.80
7-18	01/10/2015	40.00	20.00	10.00	40.00	40.00	40.00	20.00	19.80	20.00	9.90	9.90	9.90	9.90	40.00	40.00	40.00	20.00	20.00	20.00	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90
7-19	01/10/2015	40.00	20.00	10.00	39.90	40.00	40.00	20.00	19.90	19.90	9.90	9.90	9.90	9.90	40.00	40.00	40.00	20.00	20.00	20.00	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90
7-20	01/10/2015	40.00	20.00	10.00	39.70	40.00	39.90	19.90	19.70	19.90	9.90	9.70	9.70	9.70	40.00	39.90	39.70	19.90	19.90	19.70	9.90	9.70	9.90	9.90	9.90
7-21	01/10/2015	40.00	20.00	10.00	39.90	39.80	39.90	19.90	19.80	19.80	9.90	9.70	9.90	9.90	39.80	39.90	39.90	19.80	19.90	19.80	9.90	9.70	9.90	9.90	9.90

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



**TABLA N° 24 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DE DIMENSIONES DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 9% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN.**

Muestra N°	Fecha de elaboración	Largo inicial (cm)	Ancho inicial (cm)	Altura inicial (cm)	Largo final (cm)						Ancho final (cm)						Altura final (cm)					
					L-1a	L-2a	L-3a	A-1a	A-2a	A-3a	H-1a	H-2a	H-3a	L-1b	L-2b	L-3b	A-1b	A-2b	A-3b	H-1b	H-2b	H-3b
9-1	30/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.40	39.50	39.50	19.30	19.30	19.50	9.50	9.40	9.40	39.50	39.50	39.40	19.30	19.50	19.30	9.40	9.40	9.40
9-2	30/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.20	39.30	39.20	19.40	19.30	19.70	9.30	9.20	9.50	39.30	39.20	39.20	19.30	19.70	19.40	9.20	9.50	9.30
9-3	30/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.50	39.40	39.80	19.40	19.50	19.60	9.80	9.50	9.50	39.40	39.80	39.50	19.50	19.60	19.40	9.50	9.50	9.80
9-4	30/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.20	39.20	39.20	19.00	19.00	19.20	9.50	9.40	9.20	39.20	39.20	39.20	19.00	19.20	19.00	9.40	9.20	9.50
9-5	30/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.40	39.20	39.50	19.60	19.50	19.50	9.60	9.40	9.30	39.20	39.50	39.40	19.50	19.50	19.60	9.40	9.30	9.60
9-6	30/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.20	39.20	39.50	19.40	19.20	19.50	9.50	9.60	9.50	39.20	39.50	39.20	19.20	19.50	19.40	9.60	9.50	9.70
9-7	30/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.80	39.50	39.50	19.60	19.60	19.70	9.70	9.70	9.60	39.50	39.50	39.80	19.60	19.70	19.60	9.70	9.60	9.70
9-8	30/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.20	39.20	39.20	19.60	19.40	19.20	9.40	9.40	9.60	39.20	39.20	39.20	19.40	19.20	19.60	9.40	9.60	9.40
9-9	30/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.60	38.90	38.90	19.20	19.20	19.20	9.20	9.30	9.30	38.90	38.90	39.60	19.20	19.20	19.20	9.30	9.30	9.20
9-10	30/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.40	39.20	39.30	19.30	19.40	19.30	9.40	9.20	9.20	39.20	39.30	39.40	19.40	19.30	19.30	9.20	9.20	9.40
9-11	30/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.50	39.40	39.40	19.80	19.60	19.30	9.60	9.80	9.80	39.40	39.40	39.50	19.60	19.30	19.80	9.80	9.80	9.60
9-12	30/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.80	39.40	39.20	19.50	19.50	19.20	9.40	9.50	9.50	39.40	39.20	39.80	19.50	19.20	19.50	9.50	9.50	9.40
9-13	30/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.30	39.20	39.20	19.50	19.30	19.50	9.40	9.40	9.60	39.20	39.20	39.30	19.30	19.50	19.50	9.40	9.60	9.40
9-14	30/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.50	39.50	39.40	19.50	19.50	19.60	9.50	9.70	9.50	39.50	39.40	39.50	19.50	19.60	19.50	9.70	9.50	9.50
9-15	30/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.30	39.30	39.60	19.50	19.60	19.60	9.40	9.60	9.30	39.30	39.60	39.30	19.60	19.60	19.50	9.60	9.30	9.40
9-16	30/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.50	39.40	39.40	18.50	19.40	19.40	9.50	9.50	9.80	39.40	39.40	39.50	19.40	19.40	18.50	9.50	9.80	9.50
9-17	30/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.80	39.80	38.50	19.50	19.50	19.60	9.40	9.40	9.60	39.80	38.50	39.80	19.50	19.60	19.50	9.40	9.60	9.40
9-18	30/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.50	39.70	39.30	19.50	19.50	19.70	9.50	9.30	9.40	39.70	39.30	39.50	19.50	19.70	19.50	9.30	9.40	9.50
9-19	30/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.60	39.60	38.90	19.70	19.60	19.70	9.90	9.60	9.70	39.60	38.90	39.60	19.60	19.70	19.70	9.60	9.70	9.90
9-20	30/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.50	39.80	39.80	19.50	19.50	19.80	9.60	9.30	9.20	39.80	39.80	39.50	19.50	19.80	19.50	9.30	9.20	9.60
9-21	30/09/2015	40.00	20.00	10.00	39.60	39.60	39.70	19.80	19.60	19.60	9.50	9.60	9.50	39.60	39.70	39.60	19.60	19.60	19.80	9.50	9.60	9.60

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.5.6. ENSAYO DE SUCCIÓN

#### a. Equipos utilizados en la prueba

**FIGURA N° 54 MATERIALES UTILIZADOS EN EL ENSAYO DE SUCCIÓN**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

#### b. Procedimiento

La prueba de succión, se basa en la NTP 399.613 y tiene por objetivo obtener el índice de absorción temprana del espécimen ensayado; es decir, la cantidad de agua que la unidad de adobe puede absorber en un periodo normado de  $1 \text{ min} \pm 1 \text{ s}$ .

En primer lugar se somete a los especímenes a un secado uniforme en horno estándar por un tiempo de 24 horas a una temperatura de  $110 \text{ }^\circ\text{C}$ . Este procedimiento se realiza con la finalidad de que los resultados estén determinados únicamente por el agua absorbida de la bandeja, eliminando el factor de humedad natural del espécimen.

**FIGURA N° 55 SECADO DE LAS UNIDADES DE ADOBE DURANTE 24 HORAS**



Se seca los testigos de adobe en el horno por 24 horas a una temperatura de 110 °C. Esto para eliminar el factor de humedad natural del adobe.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**FIGURA N° 56 PREPARACIÓN DE LAS BANDEJAS**



Se realizan agujeros a los costados de la bandeja, a 1.20 cm de la base, por todo el rededor de la banda, para mantener el nivel de agua constante.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Luego se mide las dimensiones de los testigos para determinar el área que estará en contacto con el agua, que en este caso corresponde a una base rectangular uniforme (este proceso ya fue previamente realizado en el anterior ensayo: 3.5.4. *Ensayo de variación de dimensiones*, tomando como área de contacto promedio de los lados largo y ancho “a<sup>1</sup>”)

Luego, se pesan los testigos en una balanza electrónica para registrar el peso seco del espécimen.

#### FIGURA N° 57 REGISTRO DEL PESO SECO DE LOS TESTIGOS



Se pesan los adobes después de secados en el horno y previos a realizar las prueba de succión.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Se prepara el área de trabajo, nivelando la base sobre el cual se dispondrá la bandeja, luego se ajusta la posición de la bandeja, de manera que el fondo esté nivelado y se colocan los soportes. Después se agrega agua a temperatura ambiente hasta que el nivel de la misma sea de  $3 \text{ mm} \pm 0.25 \text{ mm}$  sobre los soportes.

#### FIGURA N° 58 PREPARACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO



Se nivela el fondo de la bandeja y la base sobre la cual ésta es colocada.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

<sup>1</sup> Lados marcados del testigo de adobe



**FIGURA N° 59 PREPARACIÓN DE LA BANDEJA PARA LA PRUEBA**

Se nivela la bandeja, luego se colocan los soportes para que los adobes no estén directamente en contacto con el fondo de la bandeja, finalmente se comprueba que el nivel de agua es constante.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**FIGURA N° 60 PRUEBA DE SUCCIÓN DEL TESTIGO DE ADOBE.**

Se realiza la prueba de succión durante 1 minuto manteniendo el nivel de agua constante.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Luego se retira el testigo y se seca el agua superficial con un paño húmedo para volver a pesar el espécimen, obteniendo el peso final de la muestra, el cual incluye el peso del agua absorbida en un minuto. El secado del agua superficial de las muestras se realiza dentro de los 10 segundos siguientes de retirado el espécimen y se pesa dentro de los siguientes 2 minutos.

**FIGURA N° 61 REGISTRO DEL PESO DEL TESTIGO AL CONCLUIR LA PRUEBA DE SUCCIÓN.**



Se registra el peso después de realizada la prueba de succión.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**c. Toma de Datos**

A continuación se presenta el cuadro con los datos recopilados.

**TABLA N° 25 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE SUCCIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE TRADICIONALES ARTESANALES.**

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL							
Nombre de la prueba:		Ensayo de succión capilar					
Fecha del ensayo:		26/11/2015					
Muestra N°	Fecha de elaboración	Peso seco (gr)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Peso con agua absorbida (gr)
AT - 1	21/08/2015	12.14	38.67	19.07	18.80	737.24	13.84
AT - 2	21/08/2015	12.21	38.70	18.43	18.60	713.37	13.97
AT - 3	21/08/2015	12.08	38.50	18.30	18.77	704.55	13.61
AT - 4	21/08/2015	12.44	38.50	18.90	18.87	727.65	14.16
AT - 10	21/08/2015	12.28	38.53	19.00	18.80	732.13	13.99
AT - 11	21/08/2015	12.39	38.60	19.00	18.63	733.40	14.11

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**TABLA N° 26 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE SUCCIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE TRADICIONALES ELABORADOS SEGÚN NORMA.**

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL							
Nombre de la prueba:		Ensayo de succión capilar					
Fecha del ensayo:		26/11/2015					
Muestra N°	Fecha de elaboración	Peso seco (gr)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Peso con agua absorbida (gr)
T - 7	21/08/2015	12.07	38.87	18.90	8.90	734.58	13.39
T - 8	21/08/2015	12.13	39.33	18.90	9.03	743.40	13.42
T - 9	21/08/2015	12.06	39.40	19.00	8.93	748.60	13.28
T - 10	21/08/2015	12.48	39.37	19.03	9.03	749.28	13.83
T - 11	21/08/2015	12.20	39.20	19.03	8.93	746.11	13.43
T - 13	21/08/2015	12.66	39.30	19.33	9.17	759.80	13.87

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**TABLA N° 27 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE SUCCIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 3% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN.**

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL							
Nombre de la prueba:		Ensayo de succión capilar					
Fecha del ensayo:		26/11/2015					
Muestra N°	Fecha de elaboración	Peso seco (gr)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Peso con agua absorbida (gr)
3 - 6	16/09/2015	12.34	39.33	19.00	9.47	747.33	13.49
3 - 11	16/09/2015	12.29	39.53	19.53	9.20	772.22	13.42
3 - 16	16/09/2015	12.33	39.40	19.27	9.47	759.11	13.47
3 - 17	16/09/2015	11.26	39.27	19.23	9.33	755.23	12.38
3 - 20	16/09/2015	12.21	39.40	19.23	9.27	757.79	13.39
3 - 21	16/09/2015	11.18	39.53	19.23	9.20	760.36	12.34

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**TABLA N° 28 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE SUCCIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 5% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN.**

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
Nombre de la prueba:		Ensayo de succión capilar						
Fecha del ensayo:		30/11/2015						
Muestra N°	Fecha de elaboración	Peso seco (gr)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Peso con agua absorbida (gr)	
5 - 1	13/09/2015	13.15	39.63	19.87	9.50	787.38	14.10	
5 - 2	13/09/2015	12.44	39.60	20.00	9.73	792.00	13.34	
5 - 3	13/09/2015	12.83	39.57	20.00	9.77	791.33	13.68	
5 - 4	13/09/2015	12.83	39.60	19.87	9.53	786.72	13.67	
5 - 10	13/09/2015	13.28	39.57	19.77	9.80	782.10	14.16	
5 - 11	13/09/2015	12.85	39.73	19.60	9.63	778.77	13.75	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**TABLA N° 29 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE SUCCIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 7% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN.**

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
Nombre de la prueba:		Ensayo de succión capilar						
Fecha del ensayo:		30/11/2015						
Muestra N°	Fecha de elaboración	Peso seco (gr)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Peso con agua absorbida (gr)	
7 - 1	01/10/2015	12.44	40.00	19.90	9.93	796.00	12.88	
7 - 2	01/10/2015	12.35	39.70	19.87	9.90	788.71	12.79	
7 - 6	01/10/2015	11.89	39.90	19.83	9.83	791.35	12.31	
7 - 10	01/10/2015	12.23	39.97	19.97	9.83	798.00	12.63	
7 - 11	01/10/2015	11.78	39.90	19.77	9.77	788.69	12.24	
7 - 18	01/10/2015	12.67	40.00	19.93	9.83	797.33	13.08	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**TABLA N° 30 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE SUCCIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 9% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN.**

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
Nombre de la prueba:		Ensayo de succión capilar						
Fecha del ensayo:		30/11/2015						
Muestra N°	Fecha de elaboración	Peso seco (gr)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Peso con agua absorbida (gr)	
9 - 1	30/09/2015	10.58	39.47	19.37	9.43	764.34	11.39	
9 - 2	30/09/2015	10.56	39.23	19.47	9.33	763.74	11.26	
9 - 5	30/09/2015	10.79	39.37	19.53	9.43	768.96	11.49	
9 - 7	30/09/2015	10.86	39.60	19.63	9.67	777.48	11.55	
9 - 8	30/09/2015	10.52	39.20	19.40	9.47	760.48	11.18	
9 - 13	30/09/2015	10.94	39.23	19.43	9.47	762.43	11.62	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.5.7. ENSAYO DE ABSORCIÓN

#### a. Equipos Utilizados en la Prueba

**FIGURA N° 62 MATERIALES UTILIZADOS EN EL ENSAYO DE ABSORCIÓN**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

#### b. Procedimiento

La Prueba de Absorción se basa en la NTP 399.613 y tiene por objetivo conocer la capacidad de absorción de los testigos a ser ensayados cuando alcanzan un estado de saturación, en otras palabras se obtiene un índice que refleja la capacidad de absorción de agua de los especímenes ante 24 horas de inmersión en agua.

En primer lugar los testigos de adobe son sometidos a un secado uniforme en el horno por un tiempo de 24 horas a una temperatura de 110 °C. Este procedimiento se realiza para eliminar la humedad natural contenida en los adobes para obtener un resultado basado únicamente en la absorción de agua producto de la inmersión de las muestras.

**FIGURA N° 63 SECADO DE LAS UNIDADES DE ADOBE DURANTE 24 HORAS**



Se registra el peso después de realizada la prueba de succión.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Luego se procede a pesar las muestras (se utilizan medias unidades de adobe según se recomienda para el ensayo<sup>2</sup>), se prepara el contenedor en el cual serán sumergidos los testigos, colocando elementos que separen el adobe de la base del recipiente con la finalidad de que todas las caras del espécimen no estén en contacto directo con el agua. Para tal fin se usaron soportes de metal.

**FIGURA N° 64 CORTE DE LOS TESTIGOS DE ADOBE EN MEDIAS UNIDADES**



Se cortan los adobes en medias unidades según lo recomienda la NTP 399.613.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**FIGURA N° 65 REGISTRO DEL PESO SECO DE LOS TESTIGOS DE ADOBE**



Se registra el peso seco de las medias unidades de adobe, previo a realizarse la prueba de absorción.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

<sup>2</sup> Es necesario mencionar que la NTP 399.613 requiere que la prueba de absorción se realice con medias unidades como especímenes de prueba, ya que como mencionamos estas pruebas están destinadas a unidades de arcilla las cuales fácilmente pueden ser divididas en medias unidades.

**FIGURA N° 66 PREPARACIÓN DEL CONTENEDOR**



Se observa en la figura los soportes de metal colocados en la base del contenedor para separar los testigos del fondo del contenedor y no estén en contacto directo con el agua.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Se sumerge el testigo en agua limpia (potable) que se encuentre a una temperatura entre 15.5 °C a 30 °C, por un periodo de 24 horas.

**FIGURA N° 67 TESTIGOS SUMERGIDOS, SOMETIDOS A LA PRUEBA DE ABSORCIÓN**



Se realiza la prueba de absorción, sumergiendo los testigos en agua por un período de 24 horas.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Pasado este lapso, se retira el espécimen, limpiando el agua superficial con un paño para posteriormente pesar el adobe con una aproximación de 0.5 gr. Las muestras se pesan dentro de los 5 minutos siguientes de ser retirados del agua.

**FIGURA N° 68 REGISTRO DEL PESO DEL TESTIGO AL CONCLUIR LA PRUEBA DE ABSORCIÓN.**



Se registra el peso después de realizada la prueba de absorción.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA







## c. Toma de Datos



A continuación se presenta el cuadro con los datos recopilados.

**TABLA N° 31 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE TRADICIONALES ARTESANALES.**

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL 			
<b>Nombre de la prueba:</b>		Ensayo de absorción	
<b>Fecha del ensayo:</b>		02/12/2015	
Muestra N°	Fecha de elaboración	Peso seco Wd (gr)	Peso saturado Ws (gr)
AT - 12 a	21/08/2015	4.755	Desintegración total
AT - 12 b	21/08/2015	4.935	
AT - 5 a	21/08/2015	4.035	
AT - 5 b	21/08/2015	4.885	
AT - 14 a	21/08/2015	4.965	
AT - 14 b	21/08/2015	4.845	



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**TABLA N° 32 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE TRADICIONALES ELABORADOS SEGÚN NORMA.**

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL 			
<b>Nombre de la prueba:</b>		Ensayo de absorción	
<b>Fecha del ensayo:</b>		02/12/2015	
Muestra N°	Fecha de elaboración	Peso seco Wd (gr)	Peso saturado Ws (gr)
T - 6 a	21/08/2015	4.755	Desintegración total
T - 6 b	21/08/2015	4.935	
T - 5 a	21/08/2015	4.035	
T - 5 b	21/08/2015	4.885	
T - 4 a	21/08/2015	4.965	
T - 4 b	21/08/2015	4.845	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



**TABLA N° 33 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 3% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN.**

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL 			
<b>Nombre de la prueba:</b>		Ensayo de absorción	
<b>Fecha del ensayo:</b>		02/12/2015	
Muestra N°	Fecha de elaboración	Peso seco Wd (gr)	Peso saturado Ws (gr)
3 - 12 a	16/09/2015	4.370	Desintegración total
3 - 12 b	16/09/2015	7.510	
3 - 7 a	16/09/2015	6.470	
3 - 7 b	16/09/2015	6.140	
3 - 8 a	16/09/2015	6.730	
3 - 8 b	16/09/2015	5.350	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA





**TABLA N° 34 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 5% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN.**

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL 			
<b>Nombre de la prueba:</b>		Ensayo de absorción	
<b>Fecha del ensayo:</b>		04/12/2015	
Muestra N°	Fecha de elaboración	Peso seco Wd (gr)	Peso saturado Ws (gr)
5 - 12 a	13/09/2015	5.860	6.810
5 - 12 b	13/09/2015	6.355	7.050
5 - 5 a	13/09/2015	6.845	7.585
5 - 5 b	13/09/2015	6.300	6.900
5 - 14 a	13/09/2015	6.600	7.280
5 - 14 b	13/09/2015	6.240	6.835



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**TABLA N° 35 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 7% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN.**

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL 			
<b>Nombre de la prueba:</b>		Ensayo de absorción	
<b>Fecha del ensayo:</b>		04/12/2015	
Muestra N°	Fecha de elaboración	Peso seco Wd (gr)	Peso saturado Ws (gr)
7 - 13 a	01/10/2015	4.345	4.590
7 - 13 b	01/10/2015	4.600	4.820
7 - 7 a	01/10/2015	4.570	4.785
7 - 7 b	01/10/2015	4.725	4.970
7 - 5 a	01/10/2015	4.445	4.655
7 - 5 b	01/10/2015	4.180	4.420

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**TABLA N° 36 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DE LOS TESTIGOS DE ADOBE ELABORADOS SEGÚN NORMA ADICIONADOS CON 9% DE MUCÍLAGO DE GIGANTÓN.**

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL 			
<b>Nombre de la prueba:</b>		Ensayo de absorción	
<b>Fecha del ensayo:</b>		04/12/2015	
Muestra N°	Fecha de elaboración	Peso seco Wd (gr)	Peso saturado Ws (gr)
9 - 17 a	30/09/2015	4.040	4.340
9 - 17 b	30/09/2015	4.370	4.685
9 - 4 a	30/09/2015	4.165	4.490
9 - 4 b	30/09/2015	3.655	3.940
9 - 3 a	30/09/2015	4.195	4.495
9 - 3 b	30/09/2015	4.050	4.360

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.5.8. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

#### a. Equipos utilizados

**FIGURA N° 69 MATERIALES UTILIZADOS EN EL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

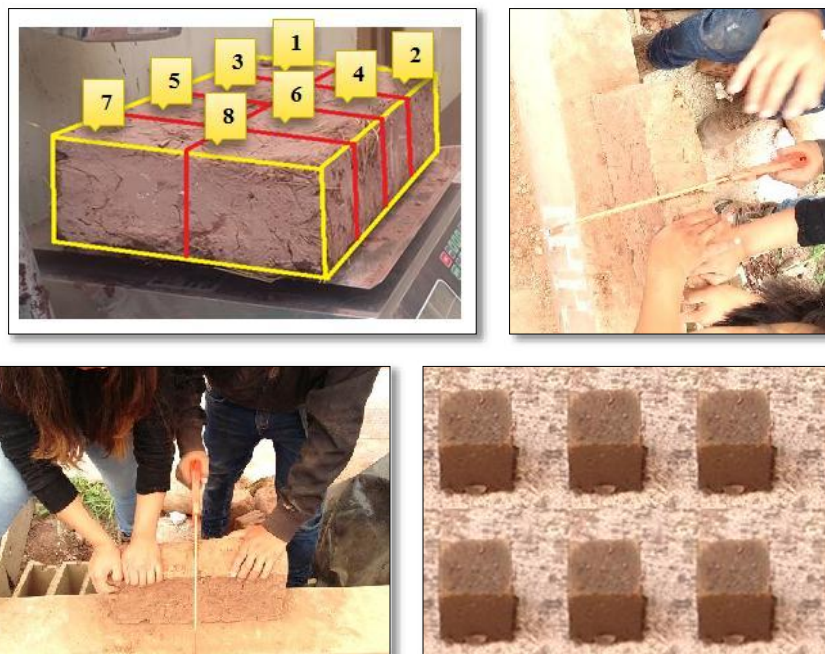


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

#### a. Procedimiento

El adobe se corta en cubos (según lo establece la norma E.080 – adobe<sup>3</sup>) cuya arista corresponde a la menor dimensión de la unidad de adobe (10 cm).

**FIGURA N° 70 MARCADO Y LABRADO DE CUBOS DE ADOBE**



Se corta las unidades de adobe en cubos con aristas de 10 cm.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

<sup>3</sup> La norma E.080 – adobe, establece que la resistencia a la compresión de la unidad se determinará ensayando cubos labrados cuya arista será igual a la menor dimensión de la unidad de adobe. El valor del esfuerzo resistente en compresión se obtendrá en base al área de la sección transversal, debiéndose ensayar un mínimo de 6 cubos, definiéndose la resistencia última como el valor que sobrepase en el 80% de las piezas ensayadas.