



# UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

---

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE  
LAS UNIDADES DE ADOBE TRADICIONAL FRENTE A LAS UNIDADES DE  
ADOBE ESTABILIZADO CON ASFALTO”

---

Presentado por:

Br. VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS

Br. CARLOS DANILO CALLASI VENERO

Para optar al título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Asesor:

Mg. Ing. VÍCTOR CHACÓN SÁNCHEZ.

CUSCO-PERÚ

2017



### DEDICATORIA

Dedicamos esta tesis investigación con mucho cariño:

A nuestros padres, por su apoyo incondicional durante el tiempo que ha tomado la realización de este trabajo, y por enseñarnos que el esfuerzo y sacrificio son fuentes de impulso para lograr las metas.

A nuestras familias por alentarnos a lo largo del proceso de elaboración del trabajo de investigación.

Finalmente a nuestros amigos por apoyarnos compartiendo ideas y ayudándonos durante la elaboración de la tesis

Carlos Callasi Venero.

Vanessa Romero Cuentas.



## **AGRADECIMIENTO**

Un especial agradecimiento a nuestro asesor Mg. Ing. Víctor Chacón Sánchez, por el tiempo dedicado al desarrollo de esta tesis, ya que sin su invaluable aporte y experiencia esta investigación no hubiera sido posible.

Finalmente agradecemos a nuestros amigos y familiares por su apoyo durante la elaboración de esta investigación.



## RESUMEN

La presente tesis de investigación tiene como objetivo principal la implementación de nuevas propuestas para mejorar la calidad de unidades de adobe, con el objetivo de garantizar la funcionabilidad de las unidades de albañilería, sin incrementar excesivamente el costo de las mismas.

Es por esta razón que se realizó un análisis de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe tradicional, así como de las unidades de adobe estabilizado con asfalto al 5% y al 10%; comparando las características que posee las unidades de adobe estabilizado frente a las características de las unidades de adobe tradicional que se produce en la ciudad del Cusco.

El desarrollo de la investigación consta de una evaluación que inicia desde la selección del material, ensayos in-situ, ensayos de la materia prima, ensayos a nivel físico y a nivel mecánico de las unidades de adobe tradicional y unidades de adobe estabilizado con asfalto.

La comparación de la misma, generó resultados favorables para las unidades de adobe estabilizado con asfalto, ya que estas unidades poseen mejores propiedades resistentes y un mejor comportamiento frente al contacto con el agua que las unidades de adobe tradicional.

### PALABRAS CLAVE

Adobe

Adobe estabilizado con asfalto

Propiedades Físicas

Propiedades Mecánicas



## ABSTRACT

The present research thesis has as main objective the implementation of new proposals to improve the quality of adobe units, with the purpose of guaranteeing the functionality of masonry units, without excessively increasing the cost of them.

It is for this reason that we have made an analysis of the physical and mechanical properties of the traditional adobe units, as well as of the units of stabilized adobe with 5% and 10% asphalt; Comparing the characteristics of the stabilized adobe units versus the characteristics of traditional adobe units produced in the city of Cusco.

The development of the research consists of an evaluation that starts from material selection, in-situ tests, raw material tests, physical and mechanical level tests of traditional adobe units and asphalt-stabilized adobe units.

Comparing them generates favorable results for the units of adobe stabilized with asphalt, because these units possess better resistant properties and a better behavior against the contact with the water than the traditional adobe units.

### KEYWORDS

Traditional Adobe

Asphalt-stabilized adobe

Physical Properties

Mechanical Properties



## INTRODUCCIÓN

El adobe ha sido la unidad de albañilería más utilizada en nuestro país en los últimos años, sin embargo, actualmente existe una normativa muy básica, por lo cual existen problemas técnicos en la utilización de dicha unidad de albañilería.

La mayoría de problemas técnicos en la construcción de viviendas con adobe es a causa de la fragilidad que tiene dicha unidad ante posibles sismos, inundaciones, lluvias prolongadas u otros fenómenos naturales; es por eso que en la actualidad se opta por implementar nuevas tecnologías con el fin de garantizar las capacidades resistentes y físicas de las unidades de adobe.

Esta investigación esta referenciada a las diferencias de las propiedades físicas y mecánicas que existen entre las unidades de adobe que se elabora de manera tradicional en el distrito de San Jerónimo y las unidades de adobe estabilizado con asfalto; dicha investigación se realiza con el fin de proponer nuevas tecnologías a las unidades de adobe y además de informar a la comunidad cusqueña acerca de unidades de adobe más resistentes que las unidades convencionales.



**ÍNDICE GENERAL**

**DEDICATORIA**..... i

**RESUMEN**..... ii

**ABSTRACT**..... iv

**AGRADECIMIENTO** ..... ii

**INTRODUCCIÓN**..... v

**INDICE GENERAL**..... vi

**ÍNDICE DE FIGURAS**..... xiii

**ÍNDICE DE TABLAS** ..... xix

**1. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**.....1

1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....1

1.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....1

1.1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....2

1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN .....3

1.2.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA.....3

1.2.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....3

1.2.3 JUSTIFICACIÓN POR VIABILIDAD .....3

1.2.4 JUSTIFICACIÓN POR RELEVANCIA.....4

1.3 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....4

1.4 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.....4

1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....4

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....4

1.5 HIPÓTESIS.....5

1.5.1 HIPÓTESIS GENERAL .....5

1.5.2 SUB HIPÓTESIS.....5

1.6 DEFINICIÓN DE VARIABLES .....6

1.6.1 VARIABLES DEPENDIENTES .....6

1.6.2 VARIABLES INDEPENDIENTES.....6

1.6.3 CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....7

**2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO DE LA TESIS** .....8

2.1. ANTECEDENTES DE LA TESIS .....8

2.1.1. ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL.....8

2.1.2. ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL .....10

2.2. ASPECTOS TEÓRICOS PERTINENTES .....11



2.2.1. ADOBE .....11

2.2.2. ASFALTO .....12

2.2.2.1. PROPIEDADES DE LOS ASFALTOS .....12

2.2.2.1.1. PROPIEDADES QUÍMICAS DEL ASFALTO .....12

2.2.2.1.2. PROPIEDADES FÍSICAS DEL ASFALTO .....13

2.2.2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS ASFALTOS.....13

2.2.3. EMULSIÓN ASFÁLTICA.....14

2.2.4. COMPONENTES DE LA EMULSIÓN ASFÁLTICA.....14

2.2.5. ADOBE TRADICIONAL.....15

2.2.6. ADOBE ESTABILIZADO.....15

2.2.7. PROPIEDADES DEL ADOBE .....15

2.2.8. CARACTERÍSTICAS DEL ADOBE .....16

2.2.9. COMPONENTES DEL ADOBE.....16

2.2.9.1. LIMO .....16

2.2.9.2. ARCILLA.....17

2.2.9.3. ARENA .....17

2.2.10. SELECCIÓN DE SUELO .....17

2.2.11. SELECCIÓN DE MATERIAL.....18

2.2.11.1. SUELOS APROPIADOS.....18

2.2.11.2. PRUEBAS DE SELECCIÓN .....19

2.2.11.2.1. PRUEBA GRANULOMÉTRICA (PRUEBA DE LA BOTELLA) .....19

2.2.11.2.2. PRUEBA “CINTA DE BARRO” .....20

2.2.11.2.3. PRUEBA “PRESENCIA DE ARCILLA” O “RESISTENCIA SECA”. .....20

2.2.11.2.4. LÍMITES LÍQUIDO .....22

2.2.11.2.5. LIMITE PLÁSTICO .....24

2.2.11.2.6. ÍNDICE DE PLASTICIDAD.....25

2.2.11.2.7. GRADO DE CONSISTENCIA .....26

2.2.11.2.8. GRANULOMETRÍA .....26

2.2.12. FABRICACIÓN DEL ADOBE.....27

2.2.12.1. DIMENSIONAMIENTO DEL ADOBE .....27

2.2.12.2. PREPARACIÓN DEL BARRO .....28

2.2.12.3. MEZCLADO.....28

2.2.12.4. MOLDEO.....28

2.2.12.5. SECADO Y ALMACENAMIENTO .....29

2.2.12.6. CONTROL DE CALIDAD.....29

2.2.13. PROPIEDADES FISCAS DE LAS UNIDADES DE ADOBE .....30





- 2.2.13.1. ALABEO.....30
- 2.2.13.2. VARIABILIDAD DIMENSIONAL .....31
- 2.2.14. PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ADOBE .....31
  - 2.2.14.1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA UNIDAD. ....31
  - 2.2.14.2. ABSORCIÓN .....31
  - 2.2.14.3. SUCCIÓN .....32
  - 2.2.14.4. RESISTENCIA AL DESGASTE CAUSADO POR LLUVIAS.....32
- 2.2.15. PRUEBAS DE LABORATORIO .....32
  - 2.2.15.1. ENSAYO DE ALABEO .....32
    - 2.2.15.1.1. SUPERFICIES CÓNCAVAS .....32
    - 2.2.15.1.2. SUPERFICIES CONVEXAS .....33
  - 2.2.15.2. ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL. ....33
  - 2.2.15.3. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....34
  - 2.2.15.4. ENSAYO DE SUCCIÓN .....34
  - 2.2.15.5. ENSAYO DE ABSORCIÓN.....36
  - 2.2.15.6. ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA DE SWINBURNE (SAET).....38
  - 2.2.15.7. ENSAYO DE DESGASTE POR GOTEÓ. ....39
- 3. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....40**
  - 3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....40
    - 3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....40
    - 3.1.2. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN .....40
    - 3.1.3. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN .....40
  - 3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....40
    - 3.2.1. DISEÑO METODOLÓGICO .....40
    - 3.2.2. DISEÑO DE INGENIERÍA.....42
  - 3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA .....43
    - 3.3.1. POBLACIÓN .....43
      - 3.3.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN .....43
      - 3.3.1.2. CUANTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN .....43
    - 3.3.2. MUESTRA.....43
      - 3.3.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA .....43
      - 3.3.2.2. CUANTIFICACIÓN DE LA MUESTRA.....43
      - 3.3.2.3. MÉTODO DE MUESTREO .....43
      - 3.3.2.4. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA MUESTRA .....44
    - 3.3.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....45
  - 3.4. INSTRUMENTOS.....45



- 3.4.1. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS O INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....45
- 3.4.2. INSTRUMENTOS Y EQUIPOS DE LABORATORIO .....52
- 3.5. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....52
- 3.5.1. FABRICACIÓN DE LAS UNIDADES DE ADOBE .....52
- 3.5.1.1. ADOBE TRADICIONAL.....52
- 3.5.1.1.1. EQUIPOS Y MATERIALES.....52
- 3.5.1.1.2. PROCEDIMIENTO .....52
- 3.5.1.2. ADOBE ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA .....54
- 3.5.1.2.1. EQUIPOS Y MATERIALES.....54
- 3.5.1.2.2. PROCEDIMIENTO .....54
- 3.5.2. ENSAYOS IN-SITU.....56
- 3.5.2.1. GRANULOMETRÍA (PRUEBA DE LA BOTELLA).....56
- 3.5.2.1.1. EQUIPOS Y MATERIALES:.....56
- 3.5.2.1.2. PROCEDIMIENTO: .....56
- 3.5.2.2. CINTA DE BARRO.....57
- 3.5.2.2.1. EQUIPOS Y MATERIALES:.....57
- 3.5.2.2.2. PROCEDIMIENTO: .....58
- 3.5.2.3. PRESENCIA DE ARCILLA O RESISTENCIA SECA.....58
- 3.5.2.3.1. EQUIPOS Y MATERIALES:.....58
- 3.5.2.3.2. PROCEDIMIENTO: .....59
- 3.5.3. ENSAYOS DE LABORATORIO .....59
- 3.5.3.1. MUESTREO DEL SUELO.....59
- 3.5.3.1.1. EQUIPOS Y MATERIALES:.....59
- 3.5.3.1.2. PROCEDIMIENTO: .....60
- 3.5.3.1.3. TOMA DE DATOS:.....61
- 3.5.3.2. LIMITES DE ATTERBERG .....61
- 3.5.3.2.1. ENSAYO DE LIMITE LÍQUIDO.....61
- 3.5.3.2.1.1. EQUIPOS Y MATERIALES:.....61
- 3.5.3.2.1.2. PROCEDIMIENTO: .....61
- 3.5.3.2.1.3. TOMA DE DATOS .....63
- 3.5.3.2.2. ENSAYO DE LIMITE PLÁSTICO .....63
- 3.5.3.2.2.1. EQUIPOS Y MATERIALES:.....63
- 3.5.3.2.2.2. PROCEDIMIENTO: .....64
- 3.5.3.2.2.3. TOMA DE DATOS:.....65
- 3.5.3.3. ENSAYO DE GRANULOMETRÍA.....65



- 3.5.3.3.1. EQUIPOS Y MATERIALES:.....65
- 3.5.3.3.2. PROCEDIMIENTO: .....66
- 3.5.3.3.3. TOMA DE DATOS:.....67
- 3.5.3.4. ENSAYO DE ALABEO .....67
  - 3.5.3.4.1. EQUIPOS Y MATERIALES .....67
  - 3.5.3.4.2. PROCEDIMIENTO .....68
  - 3.5.3.4.3. TOMA DE DATOS .....68
    - 3.5.3.4.3.1. UNIDAD DE ADOBE TRADICIONAL.....68
    - 3.5.3.4.3.2. UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO AL 5% .....69
    - 3.5.3.4.3.3. UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO AL 10% .....69
- 3.5.3.5. ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL.....70
  - 3.5.3.5.1. EQUIPOS Y MATERIALES .....70
  - 3.5.3.5.2. PROCEDIMIENTO .....70
  - 3.5.3.5.3. TOMA DE DATOS .....71
    - 3.5.3.5.3.1. UNIDAD DE ADOBE TRADICIONAL.....71
    - 3.5.3.5.3.2. UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO AL 5% .....72
    - 3.5.3.5.3.3. UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO AL 10 %.....73
- 3.5.3.6. ENSAYO DE SUCCIÓN.....74
  - 3.5.3.6.1. EQUIPOS Y MATERIALES:.....74
  - 3.5.3.6.2. PROCEDIMIENTO: .....74
  - 3.5.3.6.3. TOMA DE DATOS .....75
    - 3.5.3.6.3.1. UNIDAD DE ADOBE TRADICIONAL.....75
    - 3.5.3.6.3.2. UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO AL 5% .....76
    - 3.5.3.6.3.3. UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO AL 10% .....76
- 3.5.3.7. ENSAYO DE ABSORCIÓN .....77
  - 3.5.3.7.1. EQUIPOS Y MATERIALES:.....77
  - 3.5.3.7.2. PROCEDIMIENTO: .....77
  - 3.5.3.7.3. TOMA DE DATOS:.....79
    - 3.5.3.7.3.1. UNIDAD DE ADOBE TRADICIONAL.....79
    - 3.5.3.7.3.2. UNIDAD ADOBE ESTABILIZADO AL 5%.....80
    - 3.5.3.7.3.3. UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO AL 10% .....81
- 3.5.3.8. ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA DE SWINBURNE (SAET) .....82
  - 3.5.3.8.1. EQUIPOS Y MATERIALES .....82
  - 3.5.3.8.2. PROCEDIMIENTO .....82
  - 3.5.3.8.3. TOMA DE DATOS .....83
    - 3.5.3.8.3.1. UNIDAD DE ADOBE TRADICIONAL.....83



- 3.5.3.8.3.2. UNIDAD ADOBE ESTABILIZADO AL 5%.....84
- 3.5.3.8.3.3. UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO AL 10% .....84
- 3.5.3.9. ENSAYO DE DESGASTE POR GOTEO.....85
  - 3.5.3.9.1. EQUIPOS Y MATERIALES .....85
  - 3.5.3.9.2. PROCEDIMIENTO .....85
  - 3.5.3.9.3. TOMA DE DATOS .....86
    - 3.5.3.9.3.1. UNIDAD DE ADOBE TRADICIONAL.....86
    - 3.5.3.9.3.2. UNIDAD ADOBE ESTABILIZADO AL 5%.....87
    - 3.5.3.9.3.3. UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO AL 10% .....87
- 3.5.3.10. ENSAYO DE COMPRESIÓN.....88
  - 3.5.3.10.1. EQUIPOS Y MATERIALES .....88
  - 3.5.3.10.2. PROCEDIMIENTO .....88
  - 3.5.3.10.3. TOMA DE DATOS .....89
    - 3.5.3.10.3.1. UNIDAD DE ADOBE TRADICIONAL.....89
    - 3.5.3.10.3.2. UNIDAD ADOBE ESTABILIZADO AL 5%.....90
    - 3.5.3.10.3.3. UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO AL 10% .....90
- 3.6. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS .....91
  - 3.6.1. ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG (LIMITE LÍQUIDO Y LIMITE PLÁSTICO) .....91
    - 3.6.1.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA PRUEBA .....91
  - 3.6.2. ENSAYO DE GRANULOMETRÍA.....93
    - 3.6.2.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA PRUEBA .....93
  - 3.6.3. ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL.....95
    - 3.6.3.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA PRUEBA .....95
  - 3.6.4. ENSAYO DE ALABEO .....99
    - 3.6.4.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA PRUEBA.....99
  - 3.6.5. ENSAYO DE SUCCIÓN.....101
    - 3.6.5.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA PRUEBA .....101
  - 3.6.6. ENSAYO DE ABSORCIÓN .....105
    - 3.6.6.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA PRUEBA .....105
  - 3.6.7. ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA (SAET) .....109
    - 3.6.7.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA PRUEBA .....109
  - 3.6.8. ENSAYO DE DESGASTE POR GOTEO.....111
    - 3.6.8.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA PRUEBA .....111
  - 3.6.9. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN .....113
    - 3.6.9.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA PRUEBA.....113



<b>4.</b>	<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS</b> .....	115
4.1.	ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG.....	115
4.2.	ENSAYO DE GRANULOMETRÍA.....	117
4.3.	ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL.....	119
4.4.	ENSAYO DE ALABEO .....	120
4.5.	ENSAYO DE SUCCIÓN.....	121
4.6.	ENSAYO DE ABSORCIÓN .....	123
4.7.	ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA DE SWINBURNE SAET .....	124
4.8.	ENSAYO DE DESGASTE POR GOTEÓ.....	126
4.9.	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN .....	128
<b>5.</b>	<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN</b> .....	130
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	132
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	135
	<b>GLOSARIO</b> .....	137
	<b>ANEXOS</b> .....	142

**ÍNDICE DE FIGURAS**

FIGURA 1 : LOCALIDAD DE MISCA - PARURO.....	1
FIGURA 2 : LOCALIDAD DE HUACARPAY - QUISPICANCHIS.....	2
FIGURA 3 : SUELOS APROPIADOS PARA LA FABRICACIÓN DE ADOBE.....	19
FIGURA 4 : PRUEBA GRANULOMÉTRICA (PRUEBA DE LA BOTELLA) .....	20
FIGURA 5 : MOLDEO DE LAS BOLITAS PARA LA PRUEBA DE RESISTENCIA SECA .....	21
FIGURA 6 : PRUEBA “PRESENCIA DE ARCILLA O RESISTENCIA SECA” .....	22
FIGURA 7 : DIMENSIONES DEL ADOBE.....	27
FIGURA 8 : MEZCLADO .....	28
FIGURA 9 : MOLDEO.....	29
FIGURA 10 : SECADO Y ALMACENAMIENTO. ....	29
FIGURA 11 : CONTROL DE CALIDAD (GRIETAS).....	30
FIGURA 12 : CONTROL DE CALIDAD (RESISTENCIA).....	30
FIGURA 13 : ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL. ....	33
FIGURA 14 : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	34
FIGURA 15 : ENSAYO DE SUCCIÓN. ....	36
FIGURA 16 : ENSAYO DE ABSORCIÓN.....	38
FIGURA 17 : ESQUEMA DE ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA .....	38
FIGURA 18 : MEZCLA DE LA MATERIA PRIMA CON AGUA .....	53
FIGURA 19 : PISADO DE LA MEZCLA DE BARRO.....	53
FIGURA 20 : DORMIDO DE LA MEZCLA DE BARRO POR UN MÍNIMO DE 01 DÍA..	53
FIGURA 21 : MEZCLA DE BARRO LISTA PARA MOLDEAR LAS UNIDADES DE ADOBE .....	53
FIGURA 22 : COLOCADO DE LA MEZCLA DE BARRO EN EL MOLDE DE MADERA .....	53
FIGURA 23 : COMPACTACIÓN DE LA UNIDAD Y ADICIÓN DE PAJA .....	53
FIGURA 24 : ELABORACIÓN DE ADOBE TRADICIONAL .....	54
FIGURA 25 : UNIDADES DE ADOBE TRADICIONAL .....	54
FIGURA 26 : PASTA DE BARRO LISTA PARA SER MEZCLADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA.....	55
FIGURA 27 : MEZCLA DE LA PASTA DE BARRO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA.....	55
FIGURA 28 : MEZCLA DE LA PASTA DE BARRO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA.....	55
FIGURA 29 : SE REALIZA LA MEZCLA HASTA QUE SE TENGA UNA PASTA UNIFORME .....	55
FIGURA 30 : SE COLOCA LA PASTA MEZCLADA AL MOLDE DE MADERA .....	55
FIGURA 31 : UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADOS AL 5% .....	55
FIGURA 32 : UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADOS AL 10% .....	56
FIGURA 33 : UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO AL 10 %.....	56
FIGURA 34 : LLENAR LA BOTELLA HASTA LA MITAD CON MATERIA PRIMA .....	57
FIGURA 35 : LLENAR LA OTRA MITAD CON AGUA .....	57
FIGURA 36 : AGITAR VIGOROSAMENTE .....	57
FIGURA 37 : DEJAR REPOSAR.....	57
FIGURA 38 : MEDIR LAS CAPAS .....	57
FIGURA 39 : FORMAR EL ROLLO DE 1.5 CM.....	58
FIGURA 40 : APLASTAR HASTA FORMAR LA CINTA DE 4 MM DE ESPESOR .....	58



FIGURA 41: COLGAR LA CINTA HASTA QUE SE ROMPA.....58

FIGURA 42: MEDIR .....58

FIGURA 43: AMASAR .....59

FIGURA 44: FORMAR 4 BOLITAS.....59

FIGURA 45: DEJAR SECAR 48 horas.....59

FIGURA 46: ROMPER .....59

FIGURA 47: CUARTEO DEL MATERIAL.....60

FIGURA 48: DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA REPRESENTATIVA.....60

FIGURA 49: REGISTRO DEL PESO DE LA MUESTRA REPRESENTATIVA .....60

FIGURA 50: PESO DE LA MUESTRA .....62

FIGURA 51: ADICIÓN DE AGUA.....62

FIGURA 52: COLOCAR LA MUESTRA HÚMEDA EN LA CUCHARA DE CAS  
GRANDE .....62

FIGURA 53: DIVIDIR LA MUESTRA CON EL RANURADOR.....62

FIGURA 54: USO DE LA CUCHARA DE CASA GRANDE .....62

FIGURA 55: PESO DE LA MUESTRA EN LA TARA.....62

FIGURA 56: TOMAR MUESTRAS Y DEJARLAS SECAR EN EL HORNO.....63

FIGURA 57: MOLDEO DE ROLLITO .....64

FIGURA 58: MOLDEAR HASTA QUE SE ROMPA.....64

FIGURA 59: PESAR .....65

FIGURA 60: DEJAR SECAR EN EL HORNO .....65

FIGURA 61: PESAR EL MATERIAL DE MUESTRA PREVIAMENTE SECADA EN EL  
HORNO.....66

FIGURA 62: ECHAMOS EL MATERIAL EN LAS MALLAS.....66

FIGURA 63: ZARANDEO DE MATERIAL.....66

FIGURA 64: MATERIAL RETENIDO EN LAS MALLAS DESPUÉS DEL ZARANDEO 66

FIGURA 65: PESAMOS EL MATERIAL RETENIDO EN CADA MALLA.....67

FIGURA 66: MATERIAL RETENIDO.....67

FIGURA 67: MEDIDA DE LA CONCAVIDAD.....68

FIGURA 68: MEDIDA DE LA CONVEXIDAD .....68

FIGURA 69: MEDIDA DEL ANCHO .....70

FIGURA 70: MEDIDA DE LA ALTURA .....70

FIGURA 71: MEDIDA DEL LARGO .....70

FIGURA 72: LLENAR LA BANDEJA 3 MM SOBRE EL ÁREA DE CONTACTO .....74

FIGURA 73: PESAR LA UNIDAD SECA.....74

FIGURA 74: COLOCAR LA UNIDAD EN LA BANDEJA.....74

FIGURA 75: PRUEBA DE SUCCIÓN 1 MIN .....74

FIGURA 76: PESO DE LA UNIDAD DESPUÉS DE LA PRUEBA.....75

FIGURA 77: PESO DE LA UNIDAD ANTES DE LA PRUEBA .....77

FIGURA 78: SUMERGIR LA UNIDAD .....77

FIGURA 79: RETIRAR LA UNIDAD .....77

FIGURA 80: DEJAR ESCURRIR EL EXCESO DE AGUA.....77

FIGURA 81: SECAR EL EXCESO DE AGUA SUPERFICIAL .....78

FIGURA 82: PESO DE LA UNIDAD DESPUÉS DE LA PRUEBA.....78

FIGURA 83: COLOCAR LA UNIDAD EN UN ANGULO DE 27° .....82

FIGURA 84: DEJAR FLUIR EL AGUA .....82

FIGURA 85: ENSAYAR DURANTE 10 MIN .....83

FIGURA 86: MEDIR LA OQUEDAD .....83



FIGURA 87: COLOCAR LA UNIDAD EN UN ANGULO DE 27° .....85

FIGURA 88: CONECTAR EL EQUIPO A LA TOMA DE AGUA.....85

FIGURA 89: ENSAYAR DURANTE 10 MIN .....86

FIGURA 90: MEDIR LA OQUEDAD .....86

FIGURA 91: SE PROCEDE A MEDIR EL ÁREA DE LAS MUESTRAS A ENSAYAR ..88

FIGURA 92: COLOCAR LA MAQUINA DE COMPRESIÓN .....88

FIGURA 93: SE COLOCA LA UNIDAD A ENSAYAR A LA MAQUINAR JUNTO CON LAS LAMINAS DE NEOPRENO .....89

FIGURA 94: SE SOMETE LA PRUEBA HASTA QUE LA MUESTRA FALLE TOTALMENTE .....89

FIGURA 95 : CURVA GRANULOMÉTRICA.....94

FIGURA 97 : CARTA DE PLASTICIDAD DE CASA GRANDE.....117

FIGURA 98 : RESULTADOS - ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL .....119

FIGURA 99 : RESULTADOS - ENSAYO DE ALABEO.....120

FIGURA 100 : RESULTADOS - ENSAYO DE SUCCIÓN.....122

FIGURA 101 : RESULTADOS – ENSAYO DE SUCCIÓN (PROMEDIO) .....122

FIGURA 102 : RESULTADOS - ENSAYO DE ABSORCIÓN.....123

FIGURA 103 : RESULTADOS – ENSAYO DE ABSORCIÓN (PROMEDIO).....124

FIGURA 104 : RESULTADOS - ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA DE SWINBURNE .....125

FIGURA 105 : RESULTADOS – EROSIÓN ACELERADA DE SWINBURNE.....126

FIGURA 106 : RESULTADOS - ENSAYO DE DESGASTE POR GOTEO .....127

FIGURA 107 : RESULTADOS – ENSAYO DE DESGASTE POR GOTEO PROMEDIO .....127

FIGURA 108: RESULTADOS – RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....128

FIGURA 109: RESULTADOS – RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO ...129

FIGURA 110: PREPARACIÓN DEL BARRO PARA LA ELABORACIÓN DE ADOBES .....143

FIGURA 111: DORMIDO DE LA MEZCLA DE BARRO .....143

FIGURA 112: TRASLADO DEL MATERIAL MARA SER MOLDEADO.....143

FIGURA 113: MEZCLA DE BARRO LISTA PARA EL MOLDEO .....143

FIGURA 114: MEZCLA DE BARRO LISTA PARA EL MOLDEO .....143

FIGURA 115 : COLOCADO AL MOLDE DE MADERA.....143

FIGURA 116 : MOLDEADO DEL BARRO .....144

FIGURA 117 : COLOCACIÓN DE EMULSIÓN ASFÁLTICA A LA MEZCLA DE BARRO .....144

FIGURA 118 : MEZCLA DEL BARRO CON LA EMULSIÓN ASFÁLTICA .....144

FIGURA 119 : MEZCLA DEL BARRO CON LA EMULSIÓN ASFÁLTICA .....144

FIGURA 120 : UNIDADES DE ADOBE CON EMULSIÓN ASFÁLTICA AL 5% TERMINADAS .....144

FIGURA 121 : UNIDADES DE ADOBE TRADICIONAL TERMINADAS .....144

FIGURA 122 : DE ADOBE ESTABILIZADO AL 5% Y AL 10% TERMINADAS.....145

FIGURA 123 : PREPARACIÓN PARA ENSAYOS IN -SITU.....145

FIGURA 124 : APLASTAMIENTO DEL MATERIAL PARA HACER PRUEBA DE LA CINTA DE BARRO.....145

FIGURA 125 : ELABORACIÓN DE LA CINTA DE BARRO .....145

FIGURA 126 : MEDICIÓN DE LA CINTA DE BARRO.....145

FIGURA 127 : PRUEBA GRANULOMÉTRICA DE LA BOTELLA.....145





FIGURA 128 : ADICIÓN DE AGUA AL MATERIAL.....146

FIGURA 129 : MEDICIÓN DE AGUA CON RESPECTO AL MATERIAL .....146

FIGURA 130 : AGITAMOS LA BOTELLA PARA QUE SE MEZCLEN TODAS LAS  
PARTÍCULAS DE LA MUESTRA.....146

FIGURA 131 : HORAS DESPUÉS EL MATERIAL EMPIEZA A ASENTARSE  
DIVIDIÉNDOSE POR ESTRATOS .....146

FIGURA 132 : ENSAYO DE RESISTENCIA SECA .....146

FIGURA 133 : MEZCLA DE AGUA CON EL MATERIAL Y SE EMPIEZA A HACER  
BOLITAS CON LAS MANOS.....146

FIGURA 134 : SE REALIZA CUATRO MUESTRAS Y SE DEJA SECAR POR LO  
MENOS 24 HORAS .....147

FIGURA 135 : MUESTRAS SECAS DESPUÉS DE 48 HORAS .....147

FIGURA 136 : LAS MUESTRAS NO SE ROMPEN CON LOS DEDOS DE LAS  
MANOS.....147

FIGURA 137 : ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO, LA MUESTRA DEBE PASAR EL  
TAMIZ #40.....147

FIGURA 138 : MEZCLADO CON LA HUMEDAD ADECUADA PARA EL ENSAYO ...147

FIGURA 139 : COLOCADO DE LA MUESTRA EN LA CUCHARA DE CASAGRANDE  
.....147

FIGURA 140 : PESO DE LA MUESTRA ENSAYADA .....148

FIGURA 141 : ENSAYO DE LIMITE PLÁSTICO, MEZCLA DE LA MUESTRA CON LA  
HUMEDAD ADECUADA .....148

FIGURA 142 : REALIZANDO EL ROLLO HASTA ALCANZAR 03 mm.....148

FIGURA 143 : COMPARANDO CON LA VARILLA DE 03 mm. ....148

FIGURA 144 : MUESTRAS LISTAS PARA SER LLEVADAS AL HORNO .....148

FIGURA 145 : MUESTRAS LLEVADAS AL HORNO.....148

FIGURA 146 : PESO DE LA MUESTRA PARA REALIZAR EL ENSAYO DE  
GRANULOMETRÍA.....149

FIGURA 147 : COLOCANDO LA SERIE DE TAMICES .....149

FIGURA 148 : AGREGANDO EL MATERIAL PREVIAMENTE PESADO .....149

FIGURA 149 : REALIZANDO EL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA .....149

FIGURA 150 : MUESTRAS FINALES TAMIZADAS.....149

FIGURA 151 : ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL, MUESTRAS DE ADOBE  
SIENDO MEDIDAS .....149

FIGURA 152 : MEDICIÓN DE LARGO Y ANCHO DE LAS UNIDADES DE ADOBE..150

FIGURA 153 : ENSAYO DE ALABEO, MEDICIÓN DE LA CARA A DE LA UNIDAD DE  
ADOBE .....150

FIGURA 154 : MEDICIÓN DEL ALABEO EN LAS UNIDADES DE ADOBE .....150

FIGURA 155 : MEDICIÓN DEL ALABEO EN LAS UNIDADES DE ADOBE .....150

FIGURA 156 : PESO SECO DE LAS MUESTRAS DE ADOBE.....150

FIGURA 157 : SUMERGIENDO LAS UNIDADES DE ADOBE EN AGUA.....150

FIGURA 158 : SUMERGIENDO LAS UNIDADES DE ADOBE EN AGUA.....151

FIGURA 159 : UNIDADES SUMERGIDAS EN AGUA.....151

FIGURA 160 : UNIDAD DE ADOBE TRADICIONAL NO RESISTIÓ EL ENSAYO DE  
ABSORCIÓN.....151

FIGURA 161 : UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO AL 5% RETIRADO PARA SER  
PESADO.....151

FIGURA 162 : UNIDAD DE ADOBE AL 10% RETIRADO PARA SER PESADO .....151

FIGURA 163 : PESO HÚMEDO DE LA UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO.....151



FIGURA 164 : ENSAYO DE SUCCIÓN .....152

FIGURA 165 : PESO DE LA UNIDAD.....152

FIGURA 166 : COLOCADO DE LA UNIDAD PARA SER SOMETIDO AL ENSAYO DE SUCCIÓN.....152

FIGURA 167 : UNIDAD SIENDO ENSAYADA POR EL LAPSO DE 1 MINUTO.....152

FIGURA 168 : PASADO EL MINUTO SE PROCEDE A RETIRAR LA UNIDAD.....152

FIGURA 169 : SE PESA LA MUESTRA HÚMEDA .....152

FIGURA 170 : ENSAYO DE DESGASTE POR GOTEO .....153

FIGURA 171 : UNIDAD SOMETIDA AL ENSAYO POR EL LAPSO DE 10 MINUTOS .....153

FIGURA 172 : UNIDAD DE ADOBE TRADICIONAL TRAS EL ENSAYO DE DESGASTE POR GOTEO.....153

FIGURA 173 : NIVEL DE OQUEDAD DE CONSIDERACIÓN EN LAS UNIDADES DE ADOBE TRADICIONAL.....153

FIGURA 174 : ENSAYO A LAS UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO AL 5 % .....153

FIGURA 175 : ENSAYO A LAS UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO AL 5 % .....153

FIGURA 176 : UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO AL 5% DURANTE EL ENSAYO.....154

FIGURA 177 : UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO AL 5% CON UN MÍNIMO NIVEL DE OQUEDAD .....154

FIGURA 178 : UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO AL 10% ANTES DEL ENSAYO.....154

FIGURA 179 : UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO AL 10% DURANTE EL ENSAYO.....154

FIGURA 180 : UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO AL 10% DESPUÉS DEL ENSAYO.....154

FIGURA 181 : NO PRESENTAN OQUEDADES DE CONSIDERACIÓN, SON IMPERCEPTIBLES .....154

FIGURA 182 : ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA SAET .....155

FIGURA 183 : ENSAYO A LAS UNIDADES DE ADOBE TRADICIONAL.....155

FIGURA 184 : ENSAYO A LAS UNIDADES DE ADOBE TRADICIONAL.....155

FIGURA 185 : UNIDAD DE ADOBE DESPUÉS DEL ENSAYO .....155

FIGURA 186 : UNIDAD DE ADOBE AL 5% ANTES DEL ENSAYO .....155

FIGURA 187 : UNIDAD DE ADOBE AL 5% DURANTE DEL ENSAYO .....155

FIGURA 188 : NIVEL DE OQUEDAD MÍNIMA ADOBE AL 5%.....156

FIGURA 189 : NIVEL DE OQUEDAD MÍNIMA ADOBE AL 10%.....156

FIGURA 190 : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, PREPARACIÓN DE LA MUESTRA A LA MAQUINA DE COMPRESIÓN.....156

FIGURA 191 : UNIDAD SIENDO ENSAYADA CON LA MAQUINA DE COMPRESIÓN .....156

FIGURA 192 : UNIDAD DESPUÉS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN.....156

FIGURA 193 : UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO AL 5% SIENDO ENSAYADO ..156

FIGURA 194 : UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO AL 5% SIENDO ENSAYADA ..157

FIGURA 195 : UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO AL 5% DESPUÉS DEL ENSAYO .....157

FIGURA 196 : UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO AL 10% SIENDO ENSAYADOA .....157

FIGURA 197 : UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO AL 10% SIENDO ENSAYADA 157



FIGURA 198 : UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO AL 10% AL MOMENTO DE SU FALLA TOTAL .....158

FIGURA 199 : CARGA MÁXIMA QUE SOPORTO LA UNIDAD DE ADOBE .....158

FIGURA 200 : UNIDAD DE ADOBE DESPUÉS DEL ENSAYO .....158

FIGURA 201 : UNIDAD DE ADOBE DESPUÉS DEL ENSAYO .....158

FIGURA 202 : ALGUNO DE LOS RESULTADOS DE LAS UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO AL 5% .....158

FIGURA 203 : ALGUNO DE LOS RESULTADOS DE LAS UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO AL 10% .....158



**ÍNDICE DE TABLAS**

TABLA 1: CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....7  
TABLA 2: CANTIDAD DE ESPECÍMENES A ENSAYAR.....44  
TABLA 3: TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA LIMITE LÍQUIDO .....46  
TABLA 4: TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA LIMITE PLÁSTICO .....46  
TABLA 5: TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ENSAYO DE GRANULOMETRÍA.....47  
TABLA 6: TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ENSAYO VARIABILIDAD DIMENSIONAL .....48  
TABLA 7: TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ENSAYO DE ALABEO.....49  
TABLA 8: TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ENSAYO DE SUCCIÓN ....49  
TABLA 9: TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ENSAYO DE ABSORCIÓN .....50  
TABLA 10: TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA DE SWINBURNE.....50  
TABLA 11: TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ENSAYO DE DESGASTE POR GOTEO .....51  
TABLA 12: TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN .....51  
TABLA 13: TOMA DE DATOS MUESTREO DE SUELO .....61  
TABLA 14: TOMA DE DATOS LIMITE LÍQUIDO. ....63  
TABLA 15: TOMA DE DATOS LIMITE PLÁSTICO. ....65  
TABLA 16: TOMA DE DATOS GRANULOMETRÍA .....67  
TABLA 17: TOMA DE DATOS ALABEO –ADOBE TRADICIONAL .....68  
TABLA 18: TOMA DE DATOS ALABEO –ADOBE ESTABILIZADO AL 5%.....69  
TABLA 19: TOMA DE DATOS ALABEO –ADOBE ESTABILIZADO AL 10%.....69  
TABLA 20: TOMA DE DATOS VARIABILIDAD DIMENSIONAL ADOBE TRADICIONAL .....71  
TABLA 21: TOMA DE DATOS VARIABILIDAD DIMENSIONAL ADOBE ESTABILIZADO AL 5% .....72  
TABLA 22: TOMA DE DATOS VARIABILIDAD DIMENSIONAL ADOBE ESTABILIZADO AL 10% .....73  
TABLA 23: TOMA DE DATOS SUCCIÓN – ADOBE TRADICIONAL.....75  
TABLA 24: TOMA DE DATOS SUCCIÓN-ADOBE ESTABILIZADO AL 5% .....76  
TABLA 25: TOMA DE DATOS SUCCIÓN-ADOBE ESTABILIZADO AL 10% .....76  
TABLA 26: TOMA DE DATOS ABSORCIÓN-ADOBE TRADICIONAL .....79  
TABLA 27: TOMA DE DATOS ABSORCIÓN-ADOBE ESTABILIZADO AL 5%.....80  
TABLA 28: TOMA DE DATOS ABSORCIÓN-ADOBE ESTABILIZADO AL 10%.....81  
TABLA 29: TOMA DE DATOS SAET-ADOBE TRADICIONAL.....83  
TABLA 30: TOMA DE DATOS SAET-ADOBE ESTABILIZADO AL 5% .....84  
TABLA 31: TOMA DE DATOS SAET-ADOBE ESTABILIZADO AL 10% .....84  
TABLA 32: TOMA DE DATOS DESGASTE POR GOTEO-ADOBE TRADICIONAL.....86  
TABLA 33: TOMA DE DATOS DESGASTE POR GOTEO-ADOBE ESTABILIZADO AL 5%.....87  
TABLA 34: TOMA DE DATOS DESGASTE POR GOTEO-ADOBE ESTABILIZADO AL 10% .....87



TABLA 35: TOMA DE DATOS ENSAYO DE COMPRESIÓN-ADOBE TRADICIONAL 89

TABLA 36: TOMA DE DATOS ENSAYO DE COMPRESIÓN -ADOBE ESTABILIZADO AL 5%.....90

TABLA 37: TOMA DE DATOS ENSAYO DE COMPRESIÓN -ADOBE ESTABILIZADO AL 10% .....90

TABLA 38: ANÁLISIS DE DATOS -LIMITES DE ATTERBERG .....92

TABLA 39 : ANÁLISIS DE DATOS - GRANULOMETRÍA .....93

TABLA 40: SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AASHTO .....94

TABLA 41 : CLASIFICACIÓN AASHTO.....95

TABLA 42 : ANÁLISIS DE DATOS – VARIABILIDAD DIMENSIONAL ADOBE TRADICIONAL.....96

TABLA 43 : ANÁLISIS DE DATOS – VARIABILIDAD DIMENSIONAL ADOBE ESTABILIZADO AL 5% .....97

TABLA 44 : ANÁLISIS DE DATOS – VARIABILIDAD DIMENSIONAL ADOBE ESTABILIZADO AL 10% .....98

TABLA 45 : ANÁLISIS DE DATOS – ALABEO ADOBE TRADICIONAL.....99

TABLA 46 : ANÁLISIS DE DATOS –ALABEO ADOBE ESTABILIZADO AL 5% .....100

TABLA 47 : ANÁLISIS DE DATOS –ALABEO ADOBE ESTABILIZADO AL 10% .....100

TABLA 48 : ANÁLISIS DE DATOS –SUCCIÓN ADOBE TRADICIONAL .....102

TABLA 49 : ANÁLISIS DE DATOS –SUCCIÓN ADOBE ESTABILIZADO AL 5%.....103

TABLA 50 : ANÁLISIS DE DATOS –SUCCIÓN ADOBE ESTABILIZADO AL 10%.....104

TABLA 51 : ANÁLISIS DE DATOS –ABSORCIÓN ADOBE TRADICIONAL .....106

TABLA 52 : ANÁLISIS DE DATOS – ABSORCIÓN ADOBE ESTABILIZADO AL 5% 107

TABLA 53 : ANÁLISIS DE DATOS – ABSORCIÓN ADOBE ESTABILIZADO AL 10% .....108

TABLA 55 : NIVEL DE OQUEDAD - SAET .....109

TABLA 55 : ANÁLISIS DE DATOS – (SAET) ADOBE TRADICIONAL.....109

TABLA 56 : ANÁLISIS DE DATOS – (SAET) ADOBE ESTABILIZADO AL 5% .....110

TABLA 57 : ANÁLISIS DE DATOS – (SAET) ADOBE ESTABILIZADO AL 10%.....110

TABLA 59 : NIVEL DE OQUEDAD – ENSAYO DE DESGASTE POR GOTEO .....111

TABLA 59 : ANÁLISIS DE DATOS – DESGASTE POR GOTEO ADOBE TRADICIONAL.....111

TABLA 60 : ANÁLISIS DE DATOS – DESGASTE POR GOTEO ADOBE ESTABILIZADO AL 5% .....112

TABLA 61 : ANÁLISIS DE DATOS – DESGASTE POR GOTEO ADOBE ESTABILIZADO AL 10% .....112

TABLA 62 : ANÁLISIS DE DATOS – RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ADOBE TRADICIONAL.....113

TABLA 63 : ANÁLISIS DE DATOS – RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ADOBE ESTABILIZADO AL 5% .....114

TABLA 64 : ANÁLISIS DE DATOS – RESISTENCIA COMPRESIÓN ADOBE ESTABILIZADO AL 10% .....114

TABLA 65: RESULTADOS - LIMITES DE ATTERBERG .....115

TABLA 66: RESULTADOS – CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS .....116

TABLA 67: TIPO DE MATERIAL SEGÚN LA GRAFICA DE PLASTICIDAD.....117

TABLA 68 : RESULTADOS – ENSAYO DE GRANULOMETRÍA.....117

TABLA 69: SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AASHTO .....118

TABLA 70: RESULTADO – CLASIFICACIÓN AASHTO .....118

TABLA 71: RESULTADOS - GRADACIÓN EN PORCENTAJES.....119



TABLA 72: CRITERIOS PARA DETERMINAR LA OQUEDAD (SAET) .....124  
TABLA 73: CRITERIOS PARA DETERMINAR LA OQUEDAD (DESGASTE POR  
GOTEO).....126

## 1. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

#### 1.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las unidades de adobe al ser materiales de bajo costo son uno de más utilizados en la construcción de viviendas en la ciudad de Cusco, en la mayoría de casos las unidades de adobe son elaboradas de forma artesanal y empírica (en la misma zona de construcción o en productoras improvisadas) sin el debido control de calidad; lo que da como resultado viviendas susceptibles a sismos de moderada intensidad, la edificación de viviendas sin licencia de construcción, así como posibles desmoronamientos ante lluvias intensas y/o posibles inundaciones como son los casos de :

- La localidad de Misca-Paruro ,la cual el día 26 de septiembre del 2014 se produjo un sismo de magnitud de 5.1 en la escala de Richter; el movimiento sísmico ocasionó daños considerables en dicha localidad que contaba con 73 viviendas de adobe de las cuales 69 colapsaron en su totalidad y 4 viviendas quedaron inhabitables.

FIGURA 1 : LOCALIDAD DE MISCA - PARURO.



(COMERCIO, 2014)

- La localidad de Huacarpay-Quispicanchis, en la cual el día 24 de enero del 2010, a causa de las intensas lluvias se produjo el desborde del río

Huatanay y la laguna de Huacarpay; lo que generó una inundación en dicha localidad, provocando el desmoronamiento de más de 70 viviendas de adobe y dejando varias viviendas inhabitables.

FIGURA 2 : LOCALIDAD DE HUACARPAY - QUISPICANCHIS.



(ARELLANO, 2010)

A causa de dichos fenómenos naturales se opta por la elaboración de nuevas tecnologías añadidas a las unidades de adobe, es por esta razón que para la presente investigación se opta por la ESTABILIZACIÓN de unidades con asfalto, con el fin de mejorar sus resistencias a futuros fenómenos de igual o mayor magnitud

### 1.1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

#### 1.1.2.1 FORMULACIÓN INTERROGATIVA DE PROBLEMA GENERAL

¿Cuál será el estudio comparativo de las propiedades físico mecánicas del adobe tradicional con respecto al adobe estabilizado con asfalto?

#### 1.1.2.2 FORMULACIÓN INTERROGATIVA DE LOS PROBLEMAS ESPECÍFICOS

1. ¿Cuánto varía el alabeo de un adobe estabilizado con asfalto frente a un adobe tradicional?
2. ¿Cuánto varía la resistencia a la compresión de un adobe estabilizado con asfalto frente a un adobe tradicional?





3. ¿Cuánto varía el porcentaje de absorción de agua de un adobe estabilizado con asfalto frente a un adobe tradicional?
4. ¿Cuánto varía el índice de succión de agua de un adobe estabilizado con agua frente a un adobe tradicional?
5. ¿Cuál será el nivel de resistencia al ensayo de erosión acelerada de Swinburne (SAET) de las unidades de adobe tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto?
6. ¿Cuál será el nivel de resistencia al ensayo de desgaste por goteo de las unidades de adobe tradicional frente a unidades de adobe estabilizado con asfalto?

## 1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.2.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

Técnicamente, es importante realizar el estudio comparativo de las unidades de adobe estabilizado con asfalto frente a las unidades de adobe tradicional ya que generará un aporte a la rama de construcciones a la cual pertenece, así mismo se podrá saber a ciencia cierta las cualidades y deficiencias que poseen cada una de las unidades estudiadas.

### 1.2.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Socialmente, es importante el estudio de nuevas tecnologías en pro de mejorar la calidad de las futuras construcciones de adobe y de esta forma garantizar una mejor calidad de vida para la población en general, además es importante ya que será un aporte para la formación académica de futuros ingenieros.

### 1.2.3 JUSTIFICACIÓN POR VIABILIDAD

La evaluación de las propiedades físico mecánicas de las unidades de adobe estabilizado es viable ya que este estudio no genera un considerable costo en su desarrollo, además que para dicha investigación se tiene acceso a los siguientes aspectos:

- Datos
- Muestras
- Normas y bibliografía
- Antecedentes



- Investigaciones similares
- Laboratorio y equipos

#### 1.2.4 JUSTIFICACIÓN POR RELEVANCIA

Esta investigación es importante, ya que de manera técnica podremos proponer y dar a conocer a la población la implementación de nuevas tecnologías en las unidades de adobe, la cual puedan generar mejoras en sus componentes, propiedades físicas y propiedades mecánicas.

#### 1.3 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1. Se limita a las unidades de adobe tradicional elaboradas en el distrito de San Sebastián–Vía Expresa.
2. Se limita a las unidades de adobe tradicional y adobe estabilizado elaboradas con material procedente de distrito de San Sebastián – Vía Expresa
3. Se limita a las unidades de adobe tradicional y adobe estabilizado adicionadas con paja
4. Se limita a las unidades de adobe estabilizado, fabricados con la adición de asfalto (emulsión asfáltica - EMULSIKA Primer) al 5% y 10 % del volumen de la unidad.
5. Se limita al uso de emulsión asfáltica - EMULSIKA Primer
6. Se limita a las unidades de adobe estudiadas de dimensiones 32x16x8 cm.
7. Se limita al estudio de propiedades físicas (variabilidad dimensional y alabeo)
8. Se limita al estudio de las propiedades mecánicas (resistencia a la compresión, absorción, succión, erosión acelerada y desgaste por goteo)

#### 1.4 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

##### 1.4.1 OBJETIVO GENERAL

“Determinar el estudio comparativo de las propiedades físico mecánicas de las unidades de adobe tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto”

##### 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar el alabeo de un adobe estabilizado con asfalto con respecto a un adobe tradicional



2. Comparar la resistencia a la compresión de un adobe estabilizado con asfalto frente a un adobe tradicional
3. Comparar el porcentaje de absorción de agua de un adobe estabilizado con asfalto frente a un adobe tradicional
4. Comparar la succión de agua de un adobe estabilizado con asfalto frente a un adobe tradicional
5. Comparar el nivel de resistencia de las unidades de adobe tradicional y unidades de adobe estabilizado con asfalto frente al ensayo de erosión acelerada de Swinburne (SAET)
6. Comparar el nivel de resistencia de las unidades de adobe tradicional y unidades de adobe estabilizado con asfalto frente al ensayo de desgaste por goteo

## 1.5 HIPÓTESIS

### 1.5.1 HIPÓTESIS GENERAL

“Las unidades de adobe estabilizado con asfalto presentan mejores propiedades resistentes a la compresión y la humedad frente a las unidades de adobe tradicional.”

### 1.5.2 SUB HIPÓTESIS

1. Las unidades de adobe estabilizado con asfalto presentan menor alabeo con respecto al adobe tradicional
2. Las unidades de adobe estabilizado con asfalto poseen mayor resistencia a la compresión con respecto a un adobe tradicionales unidades de adobe tradicional.
3. Las unidades de adobe estabilizado con asfalto presentan menor porcentaje de absorción frente a un adobe tradicional.
4. Las unidades de adobe estabilizado con asfalto presentan menor succión de agua frente a un adobe tradicional.
5. Las unidades de adobes estabilizados con asfalto presentan mejor nivel de resistencia frente al ensayo de erosión acelerada de Swinburne (SAET) que las unidades de adobe tradicional.
6. Las unidades de adobe estabilizado con asfalto presentan mejor nivel de resistencia frente al ensayo de desgaste por goteo que las unidades de adobe tradicional.



## 1.6 DEFINICIÓN DE VARIABLES

### 1.6.1 VARIABLES DEPENDIENTES

1. **Alabeo:** Tipo de alabeo que presenta el adobe estabilizado con asfalto con respecto al adobe tradicional
2. **Resistencia a la compresión:** Propiedad que presentan las unidades de adobe estabilizado y tradicional para estar sometido a un esfuerzo de compresión
3. **Absorción:** Propiedad que presentan las unidades de adobe estabilizado y tradicional para absorber un porcentaje determinado de agua.
4. **Succión:** Propiedad que presentan las unidades de adobe estabilizado y tradicional para succionar una cantidad de agua por área determinada
5. **Erosión acelerada (SAET):** Propiedad que presentan las unidades de adobe estabilizado y tradicional para absorber un porcentaje de agua.
6. **Desgaste por goteo:** Comportamiento que posee las unidades de adobe estabilizado y tradicional frente a goteos de agua prolongados

#### 1.6.1.1 INDICADORES DE VARIABLES DEPENDIENTES

1. Superficies :
  - 1.1. Superficies cóncavas (mm)
  - 1.2. Superficies convexas (mm)
2. Kilogramos-fuerza por área ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )
3. Porcentaje de absorción de agua por unidad de adobe (%)
4. Peso/ tiempo/ área ( $\text{gr}/\text{min}/200 \text{ cm}^2$ )
5. Nivel de resistencia (alto, medio, bajo y nulo)
6. Nivel de resistencia (alto, medio, bajo)

### 1.6.2 VARIABLES INDEPENDIENTES

1. **Adobe adicionado con asfalto :** Cantidad de asfalto que será añadido por volumen de unidad de adobe

#### 1.6.2.1 INDICADORES DE VARIABLES INDEPENDIENTES

1. Volumen de asfalto (ml).



1.6.3 CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TABLA 1: CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLES INDEPENDIENTES					
TIPO	VARIABLE	DESCRIPCIÓN	NIVEL	INDICADOR	INSTRUMENTO
X1	ADOBE ADICIONADO CON ASFALTO (ADOBE ESTABILIZADO)	Cantidad de asfalto que será añadido por peso de unidad de adobe	TIPO: Asfalto (Emulsión Asfáltica)	Volumen de asfalto	fichas de Observación y/o Laboratorio
VARIABLES DEPENDIENTES					
TIPO	VARIABLE	DESCRIPCIÓN	NIVEL	INDICADOR	INSTRUMENTO
Y2	ALABEO	Tipo de alabeo que presenta el adobe estabilizado con asfalto con respecto al adobe tradicional	Propiedad Física	Superficies cóncavas y superficies convexas	Fichas de Observación y/o Laboratorio
Y3	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Propiedad que presentan las unidades de adobe estabilizado y tradicional para estar sometido a un esfuerzo de compresión	Propiedad Mecánica	Kilogramo Fuerza por Centímetro cuadrado	Fichas de Observación y/o Laboratorio
Y4	ABSORCIÓN	Propiedad que presentan las unidades de adobe estabilizado y tradicional para absorber un porcentaje determinado de agua	Propiedad Mecánica	Porcentaje de absorción	Fichas de Observación y/o Laboratorio
Y5	SUCCIÓN	Propiedad que presentan las unidades de adobe estabilizado y tradicional para poseer una cantidad de agua por área determinada	Propiedad Mecánica	Índice de Succión	Fichas de Observación y/o Laboratorio
Y6	EROSION ACELERADA (SAET)	Comportamiento que posee las unidades de adobe estabilizado y tradicional frente a presencia prolongada de agua	Propiedad Mecánica	Nivel de Resistencia (alto, medio, bajo y nulo)	Fichas de Observación y/o Laboratorio
Y7	DESGASTE POR GOTEOS	Comportamiento que posee las unidades de adobe estabilizado y tradicional frente a goteos de agua prolongados	Propiedad Mecánica	Nivel de Resistencia alto, medio, bajo	Fichas de Observación y/o Laboratorio

(FUENTE : Elaboración Propia)



## 2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO DE LA TESIS

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA TESIS

#### 2.1.1. ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL

#### **“COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ADOBE SIN PAJA CON UNIDADES DE ADOBE CON PAJA EN CRUZ BLANCA - CAJAMARCA”**

Presentado por: Alex Cotrina Mendoza

Para optar: El título profesional de Ingeniero Civil.

Procedencia: Universidad Privada Del Norte, La Libertad – Perú 2014.

#### **RESUMEN:**

Este estudio comprende básicamente en la construcción de ladrillos de adobe con paja y sin paja para comparar la resistencia de ambos a la compresión. El proceso incluyó la elaboración de los ladrillos de adobe con materiales de la localidad de Cruz Blanca (Cajamarca) y la posterior prueba en los laboratorios de la Universidad Privada del Norte. Los resultados indican que los ladrillos de adobe elaborados con paja tienen mayor resistencia.

Así también, recomienda a tener en cuenta durante el proceso constructivo de los muros de albañilería de acuerdo a la norma técnica vigente (NTP. E-080), se comentó sobre el mercado de los adobes y una descripción de las plantas adoberas correspondientes al estudio de investigación.

Se tomó en cuenta la normatividad que deben de cumplir las unidades de adobe para su utilización en la elaboración de muros de albañilería, se indicaron la forma de realizar el muestreo, los ensayos necesarios para clasificar las unidades de adobe en función a su resistencia y durabilidad en base a los requisitos obligatorios y de requisitos complementarios de acuerdo a las normas técnicas.

Se tomaron en cuenta la forma de realizar el muestreo de las unidades para los efectos de la realización de ensayos de laboratorio y la cantidad de ensayos recomendados a realizar, así como los procedimientos para determinar las propiedades físicas y mecánicas de las unidades, mortero y muretes de



albañilería del estudio mediante la realización de ensayos de laboratorio los cuales son realizados de acuerdo a las normas técnicas

Se determinó las propiedades físicas del material; como la granulometría, pesos específicos, contenido de humedad y absorción para encontrar el diseño ideal para la elaboración de las unidades de adobe y así podamos ensayar de acuerdo a las normas vigentes.

El presente trabajo concluyó en que las unidades de adobe adicionadas con paja tiene una mejor resistencia a la compresión que las unidades de adobe que no fueron adicionadas con paja; por lo tanto se recomienda la adición de paja en las unidades de adobe

**“ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE LAS PROPIEDADES RESISTENTES Y FÍSICAS DE UN ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND TIPO IP RESPECTO A UN ADOBE TRADICIONAL”**

Presentado por: Br. Zenaida Huamán Patiño

Para optar: El título profesional de Ingeniero Civil.

Procedencia: Universidad Andina del Cusco, Cusco – 2015

**RESUMEN**

Esta investigación tuvo como objetivo estudiar de manera experimental las propiedades resistentes y físicas del adobe estabilizado con cemento portland tipo IP respecto a un adobe tradicional, los cuales fueron elaborados con una mezcla de suelo cemento y comprimidos.

Dicha investigación tiene como finalidad buscar nuevas alternativas en la utilización del suelo de manera ecológica, los adobes estabilizados permiten tener unidades de tamaño mucho menores a las unidades de adobe tradicional, por el cual son más fáciles de hacer que los ladrillos cocidos o que las bloquetas de concreto, el costo del material para su elaboración es reducido , ya que la mayor parte de la materia prima proviene del propio terreno por lo que son fácilmente manejables y no necesitan ser cocidos, su secado y curado es de forma completamente natural



Concluyó que las propiedades resistentes y físicas del adobe estabilizado superan ampliamente a las propiedades resistentes y físicas de las unidades de adobe tradicional, estas unidades estabilizadas son más estéticas y no ocupan grandes espacios para su almacenamiento como lo que ocurre con el adobe tradicional, su manipulación también es más cómoda.

#### 2.1.2. ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL

##### **“CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS CON ADOBE RECOMENDADAS PARA SU HABITABILIDAD”**

Presentado por: Manuel de Jesús Morales.

Para optar: El título profesional de Ingeniero Civil.

Procedencia: Universidad de San Carlos de Guatemala, Septiembre 1997.

#### **RESUMEN:**

La tierra, primer material de construcción del mundo, la antigua mezcla de polvo y agua que también se conoce como barro; contra la idea de que el barro no sirve sino para elegir cabañas primitivas, ante la apremiante necesidad de contar con viviendas baratas en todo el mundo, ha hecho que los ingenieros vuelvan a enfocar su atención en las ventajas de la tierra. Casi siempre los ingredientes básicos se encuentran en el sitio de construcción, lo cual ahorra buena parte del costo de transporte de materiales así como economiza la materia prima básica.

El adobe, es un material que se ha utilizado por el hombre desde tiempos muy remotos, en diferentes regiones del mundo y que a su vez su uso y su empleo han sido transmitidos de generación tras generación, hasta llegar a nuestros días.

Muchos países utilizaron el adobe y lo siguen utilizando, con la aplicación de diferentes técnicas según la región.

Con la evolución del hombre se ha procurado mejorar la calidad de vida, y para lograrlo, uno de los factores se enfoca a las mejoras en la construcción de vivienda, el cual ha sido, si no el más importante, uno de los más grandes factores, que con su evolución sirve para soportar los fenómenos naturales que la puedan afectar.





Desgraciadamente, la construcción con tierra, en sus métodos diversos, ha sido siempre utilizada sin ninguna base de especificaciones técnicas, constituyendo un serio problema por su comportamiento frágil durante un terremoto. Una de las principales causas de pérdidas de vidas en el mundo ha sido por fallas de edificios de este tipo. Uno de los más dramáticos ejemplos fue el terremoto de Guatemala de 1976 donde colapsaron aproximadamente 250,000 casas de tierra; muriendo más de 25,000 personas. Es por eso que en este documento se proponen recomendaciones mínimas de diseño y construcción de materiales y de viviendas utilizando el adobe.

Se han recopilado de diferentes estudios, las herramientas, la información y la ayuda necesaria, para poder construir, desde un adobe, hasta una vivienda, más eficiente y segura.

Se propone un modelo prototipo de viviendas, para ser utilizado como recomendación y ejemplo de aplicación de las diferentes técnicas que dan como resultado, una construcción económica, confortable y segura.

El objetivo general es que toda persona que tenga este documento, que pueda conseguir esta guía, sepa aprovechar el adobe según su necesidad y regirse a través de recomendaciones propuestas extraídas de muchos estudios realizados a este material.

Brindar toda la información que se necesita del adobe y que sirva de apoyo herramienta, para ejecutar la obra o investigación en particular que se desee realizar.

Recomendar a toda persona que quiera utilizar el adobe, el procedimiento más adecuado que llena con entera satisfacción los aspectos de seguridad y bienestar, al mismo tiempo de optimizar los recursos naturales, para la fabricación y el empleo del adobe en la construcción de viviendas.

## 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. (NORMA TÉCNICA PERUANA E-080 - ADOBE, 2006)



### 2.2.2. ASFALTO

El asfalto es una mezcla sólida y compacta de hidrocarburos y de minerales que mayormente es empleada para construir el pavimento de las calzadas.

Sus características físicas más destacadas son la viscosidad, su pegajosidad y su intenso color negro; su uso primordial se da como aglomerante en mezclas asfálticas de carreteras, autovías y autopistas, ya que es capaz de unir fragmentos de varios materiales y dar cohesión al conjunto a través de transformaciones en su propia masa, que dan lugar al origen de nuevos compuestos. (DUARTE AYALA, 2005)

#### 2.2.2.1. PROPIEDADES DE LOS ASFALTOS

El asfalto tiene propiedades químicas únicas que lo hacen muy versátil como material de construcción de carreteras, pero las propiedades físicas son de mayor importancia para el diseño, construcción y mantenimiento de carreteras. A continuación se menciona las propiedades químicas y físicas. (GALVÁN HUAMANÍ, 2015)

##### 2.2.2.1.1. PROPIEDADES QUÍMICAS DEL ASFALTO

La composición química es uno de los medios más usados, más precisos, para identificar las propiedades de cualquier sustancia. Sin embargo, existen varias razones por las cuales la química no ha llegado a ser parte de los sistemas de clasificación de los asfaltos.

Básicamente el asfalto está compuesto por varios hidrocarburos y algunas trazas de azufre, oxígeno, nitrógeno y otros elementos. El asfalto, cuando es disuelto en un solvente como el heptano, puede separarse en dos partes principales: asfáltenos y máltenos.

Los asfáltenos no se disuelven en el heptano, usualmente son de color negro o pardo oscuro y se parecen al polvo grueso de grafito, además dan color y dureza al asfalto. En cambio los máltenos se disuelven en el heptano, son líquidos viscosos compuestos por resinas y aceites. Las resinas proporcionan las cualidades adhesivas (pegajosidad) en el asfalto, mientras que los aceites



actúan como un medio de transporte para los asfaltenos y las resinas. (GALVÁN HUAMANÍ, 2015)

#### 2.2.2.1.2. PROPIEDADES FÍSICAS DEL ASFALTO

Las propiedades físicas del asfalto, de mayor importancia son: durabilidad, adhesión, susceptibilidad a la temperatura, endurecimiento y envejecimiento

a) Durabilidad: Es la medida de que tanto puede retener un asfalto sus características originales cuando es expuesto a procesos normales de degradación y envejecimiento. Es una propiedad juzgada principalmente a través del comportamiento del pavimento, esto se debe a que está afectado por el diseño de la mezcla, las características del agregado, la mano de obra en la construcción, y otras variables, que incluyen la misma durabilidad del asfalto.

b) Adhesión y Cohesión. Adhesión es la capacidad del asfalto para adherirse al agregado en la mezcla de pavimentación. Cohesión es la capacidad del asfalto de mantener firmemente, en su puesto, las partículas de agregado en el pavimento terminado.

c) Susceptibilidad a la Temperatura. Todos los asfaltos son termoplásticos; esto es, se vuelven más duros (más viscosos) a medida que su temperatura disminuye, y más blandos (menos viscosos) a medida que su temperatura aumenta. Esta característica se conoce como susceptibilidad a la temperatura, varía entre asfaltos de petróleos de diferente origen, aún si los asfaltos tienen el mismo grado de consistencia. (GALVÁN HUAMANÍ, 2015)

#### 2.2.2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS ASFALTOS

Es de nuestro interés los asfaltos de pavimentación, y pueden clasificarse bajo cuatro tipos generales:

- Cemento asfáltico
- Asfalto diluido (o cortado)
- Asfalto emulsificado (emulsión asfáltica)
- Asfalto modificado (GALVÁN HUAMANÍ, 2015)



### 2.2.3. EMULSIÓN ASFÁLTICA

Es una dispersión de dos elementos insolubles uno en el otro, están involucrados ciertos procesos mecánicos y químicos que permiten la combinación de dos o más materiales que no se mezclarían entre sí bajo condiciones normales. Más allá de la complejidad química de las emulsiones asfálticas, lo importante es seleccionar la emulsión correcta para el agregado y/o sistema constructivo utilizado.

Considerando esto, podemos definir una emulsión desde el punto de vista físico-químico, como una dispersión fina más o menos estabilizada de un líquido en otro, no miscibles entre sí. La emulsión asfáltica es un producto conseguido por la dispersión de una fase asfáltica en una base acuosa.

Existen dos tipos de emulsiones según la concentración de cada una de estas fases:

- Fase directa es aquella en que la fase hidrocarbonada está dispersa en la parte acuosa.
  - Fase inversa, la fase acuosa está dispersa en la parte hidrocarbonada.
- Las del primer tipo son las que más se emplean en la industria caminera.

Es preferible el empleo de las emulsiones directas por su baja viscosidad a temperatura ambiente, esto favorece el mojado, repartición y cohesión con el material pétreo. ([www.ingenierocivilinfo.com](http://www.ingenierocivilinfo.com), 2011).

### 2.2.4. COMPONENTES DE LA EMULSIÓN ASFÁLTICA

El asfalto, el agua y el agente emulsivo son los tres componentes básicos de una emulsión asfáltica, aunque para casos específicos de un proyecto podrían añadirse algunos aditivos, como estabilizadores, mejoradores de adherencia, mejoradores de recubrimiento, o agentes de control de rotura.

a) El asfalto: Es considerado un sistema coloidal complejo de hidrocarburos, en el cual es difícil establecer una distinción clara entre la fase continua y la dispersa, y constituye entre un 50% y un 75% de la emulsión. Los asfaltos más utilizados en el mundo son los derivados de petróleo, que se obtienen por medio de un proceso de destilación industrial del crudo.



b) El agua: Aunque el efecto del agua no ha sido completamente establecido, existen ciertos factores que deben ser tomados en cuenta para preparar una emulsión asfáltica. Como es bien sabido, el agua de suministro nunca es completamente pura. Contiene impurezas que se encuentran en forma de dispersiones coloidales o en solución y afectan en cierto grado la calidad de la emulsión resultante. Por tal motivo, siempre conviene determinar cantidades y tipos de impurezas que contiene el agua a usar.

c) El agente emulsivo o emulsionante: el cual se representa por un agente tenso activo que tiene como finalidad mantener las gotitas de asfalto en suspensión estable y controlar el tiempo de rotura. (GALVÁN HUAMANÍ, 2015)

#### 2.2.5. ADOBE TRADICIONAL

Bloque macizo de tierra y paja elaborado de forma artesanal, generalmente sin el debido control de calidad en cuanto a sus materiales, dimensiones y propiedades resistentes, elaborado y comercializado principalmente en los distritos de San Jerónimo y San Sebastián de la ciudad del Cusco.

#### 2.2.6. ADOBE ESTABILIZADO.

Adobe en el que se ha incorporado 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. (NORMA TÉCNICA PERUANA E-080 - ADOBE, 2006)

#### 2.2.7. PROPIEDADES DEL ADOBE

El adobe tiene propiedades muy buenas para la construcción desde el punto de vista del confort, ya que posee buenas propiedades térmicas y acústicas.

Siendo una de las propiedades del adobe su inercia térmica, que se caracteriza por su lentitud para calentarse y enfriarse, las viviendas de adobe resultan abrigadas durante las noches debido a que en ese periodo los muros van restituyendo por radiación el calor acumulado durante el día; inversamente permanecen frescas durante el día, periodo en el cual los muros almacenan calor. Esta característica reduce la necesidad de consumir energía para calentar o enfriar los ambientes y, adecuadamente utilizada, hace posible diseñar ambientes confortables y saludables. (DE LA PEÑA ESTRADA, 1997)



### 2.2.8. CARACTERÍSTICAS DEL ADOBE

Una de las características del adobe es su bajo costo, ya que la materia prima, la tierra, es generalmente obtenida localmente en canteras cercanas a la obra; mientras que los materiales no locales que se requieren en algunos casos son relativamente pocos y su costo no incide mucho en el monto total de una obra. Por otro lado elaborar adobes y construir con ellos requiere solo del empleo de energía humana y de la solar. El bajo costo es pues una razón determinante para su profusa utilización, por ello esta técnica constructiva es empelada, en su mayoría, por las personas de bajo recursos económicos en nuestro país. Además el uso de materiales disponibles localmente confiere a las construcciones de adobe adecuadas características ecológicas y ambientales. (DE LA PEÑA ESTRADA, 1997).

### 2.2.9. COMPONENTES DEL ADOBE

Como se conoce, el adobe es una mezcla a base de suelo con un contenido balanceado de materiales finos (fundamentalmente arcilla) y de materiales gruesos (fundamentalmente arena), así como de agua. Esta mezcla nos va a permitir la elaboración del adobe comúnmente llamado “adobe tradicional”

Una de las variables que más influye en las propiedades del adobe es la relación arcilla/arena, pues si no existe suficiente arcilla, la mezcla de suelo con el resto de los componentes, incluyendo el agua no será suficientemente fuerte como para lograr la consistencia necesaria que debe presentar el adobe para soportar las acciones a las que estará sometido, si por el contrario no hay suficiente arena, la unidad de adobe se fisura por retracción durante el proceso de secado.

La arcilla, actúa como aglomerante manteniendo unida la masa, mientras que la arena sirve de esqueleto interno de la masa. Es por eso que la combinación óptima entre ambos constituyentes influye en un mejor comportamiento del material. Fuente especificada no válida. (DE LA PEÑA ESTRADA, 1997)

#### 2.2.9.1. LIMO

El limo es un sedimento clástico no cohesivo transportado en suspensión por los ríos y por el viento, que se deposita en el lecho de los cursos de agua o sobre los terrenos que han sido inundados. Para que se clasifique como tal,



el diámetro de las partículas de limo varía de 0,0039 mm a 0,0625 mm. (JIMENEZ SALAS, 1975)

#### 2.2.9.2. ARCILLA

La arcilla es una roca sedimentaria descompuesta constituida por agregados de silicatos de aluminio hidratado, procedente de la descomposición de rocas que contienen granito. Presenta diversas coloraciones según las impurezas que contiene, desde el rojo anaranjado hasta el blanco cuando es pura.

Físicamente se considera un coloide, de partículas extremadamente pequeñas y superficie lisa. El diámetro de las partículas de la arcilla es inferior a 0,002 mm. Se caracteriza por adquirir plasticidad al ser mezclada con agua, y también dureza al calentarla por encima de 800 °C. (JIMENEZ SALAS, 1975)

#### 2.2.9.3. ARENA

La arena es un conjunto de fragmentos sueltos de rocas o minerales cuyo tamaño varía entre 0,063 y 2 milímetros. Una partícula individual dentro de este rango es llamada grano o clasto de arena. (JIMENEZ SALAS, 1975)

#### 2.2.10. SELECCIÓN DE SUELO

Elaborar adobes de buena calidad implica realizar como primer paso una adecuada selección de suelos. Para tal fin existen un conjunto de ensayos de laboratorio y una serie de pruebas de campo. Los primeros permiten tener seguridad en relación con el suelo escogido y pueden orientar todo el siguiente proceso de preparación de adobes; sin embargo, suelen ser costosos y muchas veces difíciles de aplicar en razón de la distancia a la que suelen encontrarse las canteras; por ello su aplicación será justificable económicamente solo en el caso de tratarse de una obra grande, lo cual no es frecuente.

Para conseguir un adobe de buena calidad, se debe escoger un suelo que cuente con una adecuada proporción entre sus contenidos de arena y arcilla, formando esta última parte de los materiales finos del suelo. La arcilla es un material que tiene propiedades adhesivas y ligantes, y actúa como un cementante de las arenas, las que constituyen los inertes del suelo que le confieren su capacidad resistente.



En general, de acuerdo al Sistema Unificado de Suelos (SUCS), puede considerarse aceptables los suelos cuyo porcentaje de arenas varíe de 55 a 75% (retenidos en la malla #200) y el porcentaje de finos lo haga de 25 a 45% (limos y arcillas) sin embargo en ningún caso se aceptaran suelos con más de 18% de arcillas. Un porcentaje mayor de arcilla puede producir cambios volumétricos indeseables en los adobes. Sobre este punto, la norma recomienda que la gradación del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes: Arcilla 10-20%, Limos 15-25% y arena 55-70%. Los rangos indicados podrían variar para los adobes estabilizados.

En cuanto a los límites de atterberg, es recomendable que el límite líquido varíe entre 20 y 40 ya que, por debajo de 20 se trata de suelos no cohesivos, y por encima de 40 el comportamiento del suelo es deficiente ante la humedad. Es recomendable que el índice plástico sea menor a 20.

Es también importante evitar la presencia de materia orgánica en el suelo seleccionado para hacer el adobe, puesto que esta incrementa en gran medida el encogimiento de los adobes y reduce su resistencia al generar vacíos debido a su proceso de descomposición. En muchas ocasiones se necesita utilizar como canteras terrenos de cultivo, con el riesgo de introducir materia orgánica; por ello, en caso de que se utilice tales terrenos, deberá retirarse previamente la capa superficial que contiene la materia orgánica y emplear las capas más profundas, situadas por lo menos a unos setenta centímetros de la superficie.(DE LA PEÑA ESTRADA, 1997)

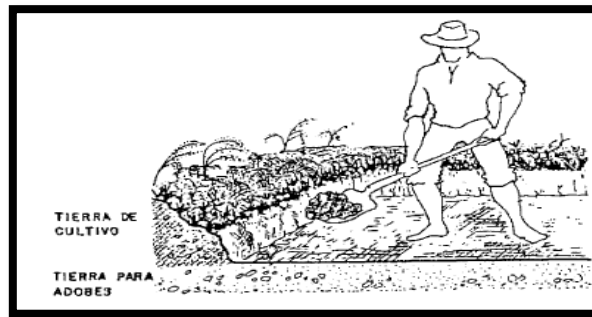
## 2.2.11. SELECCIÓN DE MATERIAL

### 2.2.11.1. SUELOS APROPIADOS

La tierra para fabricar adobes debe estar formada por 15% a 25% de limos y 10% a 20% arcilla y 55% a 70% de arena. La tierra no debe ser de cultivo. (NORMA TÉCNICA PERUANA E-080 - ADOBE, 2006)



FIGURA 3 : SUELOS APROPIADOS PARA LA FABRICACIÓN DE ADOBE



(MORALES, 2000)

Se puede identificar fácilmente las tierras inadecuadas por su color o sabor:

- Tierra con materia orgánica: color negruzco.
- Tierra salitrosa: blanquecino y sabor salado.

#### 2.2.11.2. PRUEBAS DE SELECCIÓN

Son las pruebas cuyo resultado nos dará a conocer la calidad de la tierra analizada y si es apropiada para fabricar adobes.

Una vez seleccionada la cantera mediante las pruebas que a continuación se indican, es recomendable, antes de proceder a la producción masiva de adobes, fabricar adobes de prueba y efectuar el control de calidad. (BLONDETH, 2005)

##### 2.2.11.2.1. PRUEBA GRANULOMÉTRICA (PRUEBA DE LA BOTELLA)

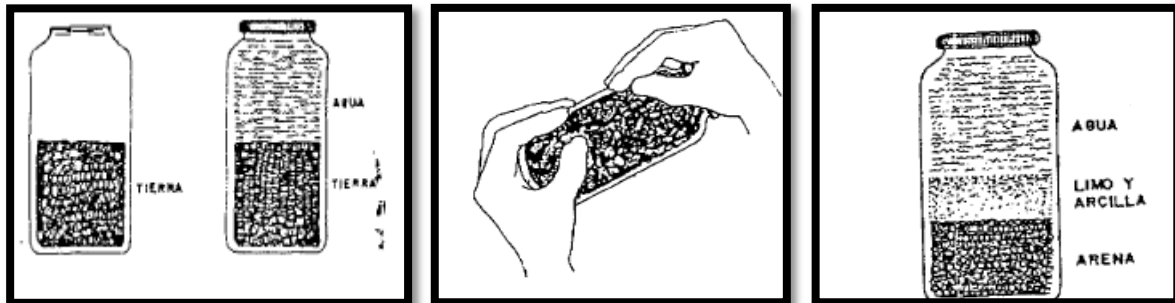
Sirve para determinar la proporción de los componentes principales (arena, limos y arcillas) de la tierra.

Para ello debe seguir los pasos planteados a continuación:

- Llenar con material (suelo) 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 1.5 a 3 veces la cantidad de limos y arcillas. (BLONDETH, 2005)

FIGURA 4 : PRUEBA GRANULOMÉTRICA (PRUEBA DE LA BOTELLA)



(MORALES, 2000)

#### 2.2.11.2.2. PRUEBA “CINTA DE BARRO”

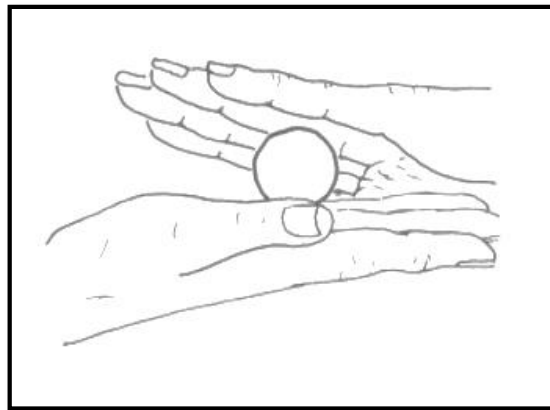
Para tener una primera evaluación de la existencia de arcilla en un suelo se puede realizar la prueba “Cinta de barro” (en un tiempo aproximado de 10 minutos). Utilizando una muestra de barro con una humedad que permita hacer un cilindro de 12 mm de diámetro, colocado en una mano, aplanar poco a poco entre los dedos pulgar e índice, formando una cinta de 4 mm de espesor y dejándola descolgar lo más que se pueda. Si la cinta alcanza entre 20 cm y 25 cm de longitud, el suelo es muy arcilloso. Si se corta a los 10 cm o menos, el suelo tiene poco contenido de arcilla.

#### 2.2.11.2.3. PRUEBA “PRESENCIA DE ARCILLA” O “RESISTENCIA SECA”.

- Formar cuatro bolitas con tierra de la zona. Utilizar la tierra de la zona que se considera apropiada para emplearla como material de construcción y agregarle una mínima cantidad de agua para hacer cuatro. (NORMA TÉCNICA PERUANA E-080, DISEÑO Y CONSTRUCCION CON TIERRA REFORZADA, 2017)
- La cantidad de agua es la mínima necesaria para formar sobre las palmas de las manos cada una de las bolitas, sin que éstas se deformen significativamente a simple vista y al secarse.

- Dejar secar las cuatro bolitas. Las cuatro bolitas deben dejarse secar por 48 horas, asegurando que no se humedezcan o mojen por lluvias, derrames de agua, etc.
- Presionar las cuatro bolitas secas. Una vez transcurrido el tiempo de secado, se debe presionar fuertemente cada una de las bolitas con el dedo pulgar y el dedo índice de una mano.
- En caso que luego de la prueba, se quiebre, rompa o agriete al menos una sola bolita se debe volver a formar cuatro bolitas con los mismos materiales y dejando secar en las mismas condiciones anteriores.

FIGURA 5 : MOLDEO DE LAS BOLITAS PARA LA PRUEBA DE  
RESISTENCIA SECA



(NORMA TÉCNICA PERUANA E-080, DISEÑO Y CONSTRUCCION CON  
TIERRA REFORZADA, 2017)

La prueba debe ser realizada por un adulto que participe en la construcción.

Luego del tiempo de secado, se debe repetir la prueba. Si se vuelve a romper, quebrar o agrietar, se debe desechar la cantera de suelo donde se ha obtenido la tierra. Salvo que se mezcle con arcilla o suelo muy arcilloso. En caso, que luego de la prueba no se rompa, no se quiebre o no se agriete ninguna de las cuatro bolitas, dicha cantera puede utilizarse como material de construcción.

FIGURA 6 : PRUEBA “PRESENCIA DE ARCILLA O RESISTENCIA SECA”



(NORMA TÉCNICA PERUANA E-080, DISEÑO Y CONSTRUCCION CON TIERRA REFORZADA, 2017)

#### 2.2.11.2.4. LÍMITES LÍQUIDO

El límite líquido es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico, A este nivel de contenido de humedad el suelo está en el vértice de cambiar su comportamiento al de un flujo viscoso. Es decir el límite líquido no es más que la frontera entre el estado semilíquido y el estado plástico.

El ensayo radica en colocar el material en la CUCHARA DE CASA GRANDE, separada en dos por la acción de una herramienta para hacer una ranura-patrón, y dejada caer desde la altura de un centímetro, sufra después de dejarla caer 25 veces un cierre de la ranura en una longitud de 12 mm. Siendo así el límite líquido al contenido de agua en el que se produce el cierre de la ranura en los 25 golpes.

#### EQUIPO

- Espátula: Con una hoja flexible de aproximadamente 75 mm de largo y 20 mm de ancho.
- Aparato de límite líquido: Taza de bronce montada en un dispositivo de apoyo fijado a una base de plástico duro.
- Acanalador o Ranurador: Combinación de acanalador y calibre.



- Tarros de bronce, Horno, Pipeta, Tamiz N° 40
- Balanza; Con una precisión de 0.01 (g)

### **PROCEDIMIENTO.**

- Se procede a pulverizar una cantidad de suficiente de suelo secado al aire, para obtener una muestra representativa del material que pasa a través del tamiz N°40 de alrededor 250 gramos.
- A continuación se debe verificar la altura de la máquina del límite líquido para ello se emplea la cabeza en forma de dado el extremo superior del ranurador.
- Colocar en un recipiente el suelo, añadir una pequeña cantidad de agua y mezclar cuidadosamente el suelo hasta obtener un color uniforme.
- Una vez obtenida una mezcla uniforme y cuando se encuentre en un punto de consistencia (pegajosidad), se procede a realizar un ensayo de prueba intentado no pasar de los 40 golpes para cerrar unos 12 mm de material. En el caso de que pase los 40 golpes se añade material o si por el contrario se cierra antes de los 38 golpes se añade una más agua con la pipeta.
- El ensayo se realiza dentro de un rango de golpes con un máximo de 40 y un mínimo de 10. Es preferible comenzar desde los 40 golpes porque a la mezcla se le añade agua para llegar a los 10 golpes. Se sostiene la cuchara y usando la espátula se extiende el material, se forma una torta alisada de un centímetro de espesor en el punto de máxima profundidad. Es de considerar que el enrazado este nivelado.
- Se divide con un firme trazo del acanalador a lo largo del diámetro que arranca del centro del asa, formando un surco claro y bien definido.
- A razón de dos golpes por segundo, se cuenta el número de golpes necesarios para cerrar la abertura a una distancia de 12 mm. Si no se cierra la acanaladura a los 35 a 40 golpes se añade agua y se vuelve a mezclar, o se seca la muestra hasta que alcance una consistencia dentro de este intervalo.
- Se retira el material de la copa de casa grande y colocarla en un tarro previamente identificado y conocido su peso.



- Remover los restos de suelo de la cuchara, y volverlos al recipiente donde se había preparado la muestra. Luego limpiar perfectamente la copa con ayuda de una franela húmeda.
- Añadir una pequeña cantidad de agua al recipiente de preparación de suelo y mezclar homogéneamente hasta obtener una coloración homogénea y consistencia para obtener un número de golpes entre 30 y 45 aproximadamente. Repetir los pasos 9 y 10.
- Repetir la secuencia tres ensayos adicionales el primero con un número de golpes entre 24 a 26 lo ideal es a los 25 golpes. El segundo ensayo entre 15 y 20 golpes y el tercero con rango entre 10 y 15 golpes. Par un total de cinco determinaciones en el ensayo.
- Dibujar la gráfica de contenido de humedad contra número de golpes resultante resultantes del ensayo en un papel semi logarítmico. (SIAVICHAY & NARVAES, 2010)

#### 2.2.11.2.5. LIMITE PLÁSTICO

El límite plástico es el contenido de humedad por debajo del cual se puede considerar el suelo como material no plástico. Es decir es la frontera entre el estado plástico y el semisólido.

Se lo realiza de la muestra que se obtiene del ensayo del límite líquido a los 25 golpes. Se procede realizando unas pequeñas esferas con un diámetro de dos a tres centímetro que se enrollan en pequeños cilindros sobre una superficie de papel, hasta que alcance una consistencia tal que no se adhiera a las manos y los cilindros presenten fisuras sin que se desmenuce.

#### **EQUIPO.**

- Espátula: Con una hoja flexible de aproximadamente 75 mm de largo y 20 mm de ancho.
- Tarros de bronce, Horno, Pipeta.
- Balanza; Con una precisión de 0.01 (g)

#### **PROCEDIMIENTO.**



- Dividir en 4 porciones pequeñas la muestra de suelo que se había separado, mezclando el material con una cantidad de agua adecuada, de manera que permitan elaborar esferas con un diámetro de tres centímetros. Hacer con cada esfera un rollito con la palma de la mano sobre una superficie lisa, preferiblemente sobre papel periódico. Durante este proceso se evapora el agua por la manipulación, motivando que los cilindros se vayan haciendo más rígidos.
- El rollito debe llegar a tener un espesor de 3 mm de espesor. El límite plástico se alcanza cuando se desmigaja en varias piezas al ser rodado. Generalmente se presentan también presenten pequeñas fisuras.
- A continuación se toma la muestra y se pesa dentro de una tara, para luego llevar al horno por 24 horas, para que finalmente se pese la muestra seca para poder calcular los contenidos de humedad correspondientes. (SIAVICHAY & NARVAES, 2010)

#### 2.2.11.2.6. ÍNDICE DE PLASTICIDAD.

Es la propiedad de un material, por la cual es capaz de soportar deformaciones rápidas, sin tener ningún rebote elástico, sin que sufra variaciones en su volumen.

Permite caracterizar el comportamiento de la tierra en presencia de agua, y se define como la diferencia de agua necesaria para que un suelo tenga consistencia plástica o líquida, es decir: es la diferencia entre el límite de liquidez y el de plasticidad.

Formula:  $IP = LL - LP$

En donde:

IP = índice de plasticidad.

LL = límite líquido.

LP = límite plástico.

Cuanto más elevado es el IP de la tierra, mayor será su variación volumétrica en presencia de agua. (Hinchamiento por humedecimiento).

Una vez obtenido los valores correspondientes al ÍNDICE DE PLASTICIDAD, LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO en base al Sistema Unificado de

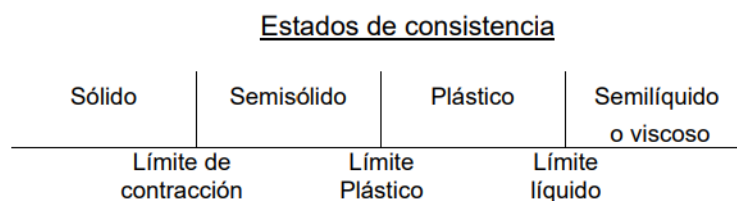
Clasificación de Suelos expuesta por Atterberg en donde se muestran los tipos de suelos de una forma ordenada. (SIAVICHAY & NARVAES, 2010)

#### 2.2.11.2.7. GRADO DE CONSISTENCIA

Consistencia equivale a capacidad de mantener las partes del conjunto integradas, es decir, estabilidad y coherencia. En mecánica de suelos, sólo se utiliza para los suelos de naturaleza fina que, dependiendo del contenido de agua y su mineralogía, fluyen sin romperse.

El contenido de agua con que se produce el cambio entre estados varía de un suelo a otro y en mecánica de suelos interesa fundamentalmente conocer el rango de humedades para el cual el suelo presenta un comportamiento plástico, es decir, acepta deformaciones sin romperse. Se trata de la propiedad que presentan los suelos hasta cierto límite.

Atterberg desarrolla un método que usa diferentes grados de contenido de humedad, él expresa que: Para muy bajo contenido de humedad, el suelo se comporta como un sólido; para altos contenidos el suelo y el agua pueden fluir como un líquido. (JIMENEZ SALAS, 1975)



#### 2.2.11.2.8. GRANULOMETRÍA

El análisis granulométrico no es más que un intento de determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelo dada.

Este análisis solamente agrupa los materiales por rangos de tamaño para lograr esto en suelos de grano grueso se realiza un proceso de tamizado (análisis de tamices), las mismas que definen el tamaño máximo y mínimo de las partículas y en suelos de grano fino por un proceso de sedimentación en agua llamado análisis granulométrico por vía húmeda.



## EQUIPO.

- Balanza digital.
- Juego de tamices
- Tapa del juego de tamices
- Fondo del juego de tamices
- Recipientes.
- Cepillo de acero y brocha. (SIAVICHAY & NARVAES, 2010)

### 2.2.12. FABRICACIÓN DEL ADOBE

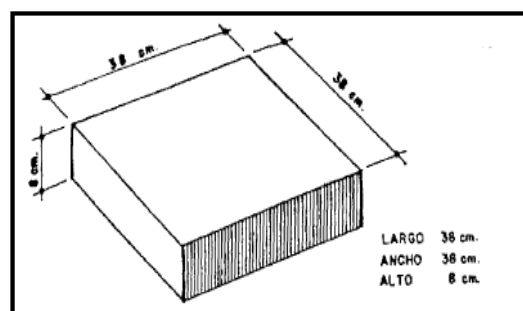
#### 2.2.12.1. DIMENSIONAMIENTO DEL ADOBE

Para este punto, debemos tener en cuenta los siguientes puntos:

- La longitud no debe ser mayor que el doble de su ancho más el espesor de una junta de pega, tanto la longitud con el ancho tendrán una dimensión máxima de 40 cm.
- La altura no debe ser menor a 8 cm en lo posible.
- La relación entre la longitud y la altura debe ser aproximadamente de 4 a 1 para permitir un traslape horizontal en proporción 2 a 1, lo cual brinda seguridad ante el efecto de corte producido por los sismos. (NORMA E-080, 2006)

Por facilidades constructivas y de comportamiento mecánico se recomienda la forma cuadrada del adobe y las dimensiones más adecuadas para su fabricación son:

FIGURA 7 : DIMENSIONES DEL ADOBE.



(MORALES, 2000)

#### 2.2.12.2. PREPARACIÓN DEL BARRO

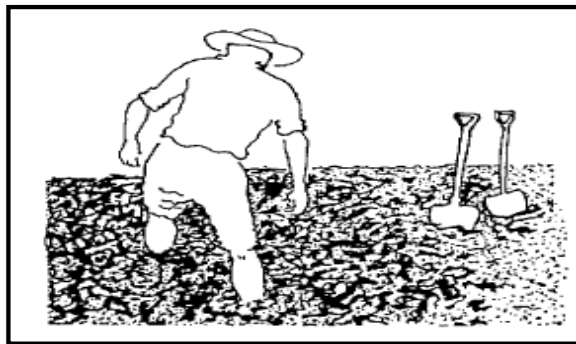
Remojar el suelo y retirar las piedras mayores de 5 mm u otros elementos extraños, mantener el suelo en reposo húmedo durante 24 horas, lo cual facilitara el mezclado. (MORALES, 2000)

#### 2.2.12.3. MEZCLADO

Agregar al barro la cantidad de agua necesaria y realizar el mezclado con lampas y rastrillos o con los pies, pisando y caminando energéticamente.

Agregar a la mezcla materias inertes compuestas de fibras de paja o pasto seco con una proporción del 20% del volumen. (MORALES, 2000)

FIGURA 8 : MEZCLADO



(MORALES, 2000)

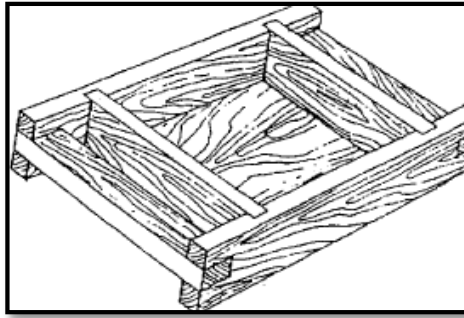
#### 2.2.12.4. MOLDEO

El moldeo puede ser tradicional, utilizando moldes sin fondo y vaciando la mezcla en el molde directamente sobre el tendal, o también utilizando moldes con fondo, que permite producir adobes más uniformes, más resistentes y de mejor presentación.

Los moldes deben ser de madera cepillada de buena calidad, puede prolongarse su vida útil protegiendo los bordes con zuncho metálico.

Para la fabricación de los moldes debe considerarse el encogimiento de los moldes debe considerarse el encogimiento del adobe durante el secado, el cual puede determinarse con adobes de prueba, de tal manera que el adobe seco corresponda a las dimensiones previstas en el diseño. (MORALES, 2000)

FIGURA 9 : MOLDEO.



(MORALES, 2000)

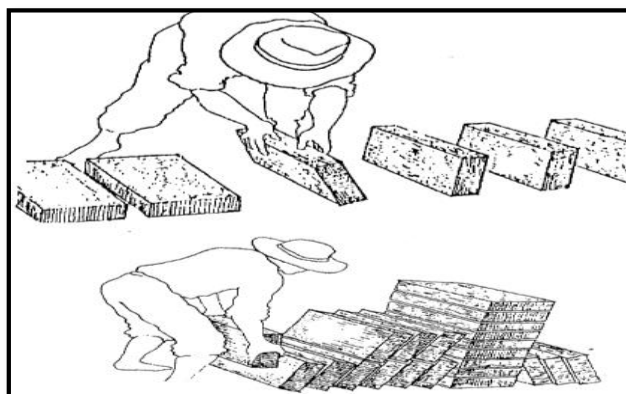
#### 2.2.12.5. SECADO Y ALMACENAMIENTO

Para el secado de los adobes, se debe utilizar una superficie horizontal, limpia y libre de impurezas orgánicas o sales. Este tendal deberá poder albergar la producción de una semana, tendrá que ser techado en épocas muy lluviosas.

Espolvorear arena fina sobre toda la superficie del tendal para evitar que se pequen los adobes.

Luego de tres días los adobes se podrán poner de canto y al cabo de una semana se deberán apilar. (MORALES, 2000)

FIGURA 10 : SECADO Y ALMACENAMIENTO.

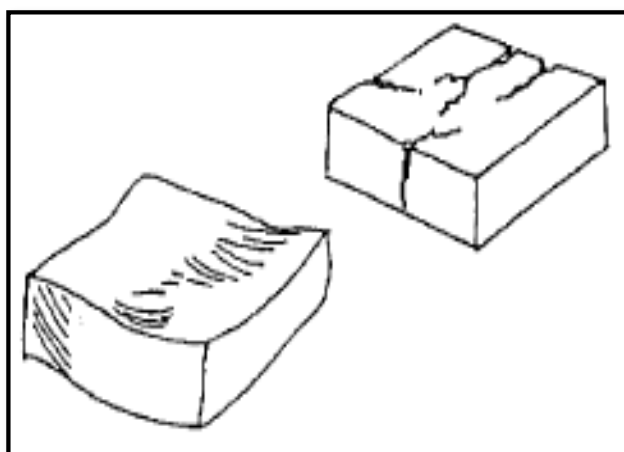


(MORALES, 2000)

#### 2.2.12.6. CONTROL DE CALIDAD

Si a las cuatro semanas el adobe de prueba presenta grietas o deformaciones, se debe agregar paja al barro. (MORALES, 2000)

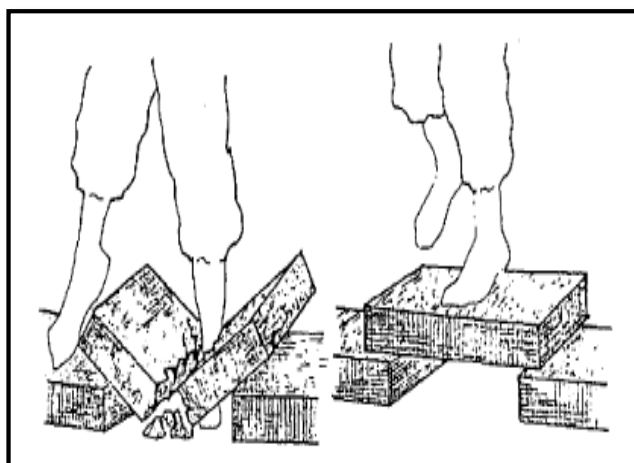
FIGURA 11 : CONTROL DE CALIDAD (GRIETAS)



(MORALES, 2000)

Si a las cuatro semanas el adobe de prueba no resiste el peso de un hombre se debe agregar arcilla al barro.

FIGURA 12 : CONTROL DE CALIDAD (RESISTENCIA)



(MORALES, 2000)

### 2.2.13. PROPIEDADES FISCAS DE LAS UNIDADES DE ADOBE

#### 2.2.13.1. ALABEO

El alabeo es la deformación entre las caras opuestas de las unidades de adobe, representadas por espacios vacíos (Cónvaco) o elevaciones sobresalientes (Convexo) (PARRO, 2015)



El efecto del alabeo es semejante al de la variación dimensional, es decir produce el aumento o disminución en el espesor de las juntas de mortero, que influye en la resistencia a compresión y a la fuerza cortante de la albañilería. El mayor alabeo (concavidad o convexidad) de las unidades de adobe conduce a un mayor espesor de la junta; asimismo, puede disminuir la adherencia con el mortero al formarse vacíos en las zonas más alabeadas; o incluso, puede producir fallas de tracción por flexión en la unidad (SAENZ LULICHAC, 2015)

#### 2.2.13.2. VARIABILIDAD DIMENSIONAL

La variación dimensional es la variación que existe entre las caras opuestas del de la unidad de adobe ya sea ancho, largo y altura. Las dimensiones en términos generales son características geométricas que ningún adobe mantiene perfectamente. Existen pues, diferencias de largo, ancho y alto. El efecto de estas imperfecciones geométricas en la construcción de albañilería se manifiesta en la necesidad de hacer juntas de mortero mayores a las convenientes. (RAMIREZ TORRES, 2012)

#### 2.2.14. PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ADOBE

##### 2.2.14.1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA UNIDAD.

La resistencia a la compresión de la unidad se determinara 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 ( $f'o$ ) como el valor que sobrepase en el 80% de las piezas ensayadas.

Los ensayos se harán utilizando piezas completamente secas, siendo el valor de  $f'o$  mínimo aceptable de  $12 \text{ kg/cm}^2$ . (UNI, 2008)

##### 2.2.14.2. ABSORCIÓN

La absorción es la medida de la permeabilidad de la unidad de albañilería, frecuentemente se toma como medida de la porosidad, lo que a su vez se considera indicativa de:

- La posible filtración a través de la unidad de albañilería



- La tendencia a la desintegración cuando las unidades húmedas son sometidas a congelación y descongelación alternas.
- De modo general, una unidad porosa no será tan resistente como una unidad más densa a la acción de las cargas, o tan tenaz a la acción del tiempo o a cualquier otro fenómeno de intemperismo.
- Las variaciones de absorción son causas por diferencias en el material utilizado, método del moldeo de la unidad. La medida de la absorción máxima es la cantidad de agua que puede contener una unidad saturada, es considerada como una medida de su impermeabilidad. (SAENZ LULICHAC, 2015)

#### 2.2.14.3. SUCCIÓN

La succión es la medida de la velocidad de absorción de agua por la unidad de albañilería en un área determinada. La succión es una propiedad importante en las unidades de albañilería ya que cuando la succión es muy alta, producirá posibles fisuras en dichas unidades. (SAENZ LULICHAC, 2015).

#### 2.2.14.4. RESISTENCIA AL DESGASTE CAUSADO POR LLUVIAS

Es la capacidad que poseen las unidades de adobe de resistir frente al efecto de las lluvias prolongadas sin alterar su funcionalidad. (AENOR, 2008)

#### 2.2.15. PRUEBAS DE LABORATORIO

##### 2.2.15.1. ENSAYO DE ALABEO

##### 2.2.15.1.1. SUPERFICIES CÓNCAVAS

En los casos en que la distorsión a ser medida corresponde a una superficie cóncava, se colocará la varilla de borde recto longitudinal o diagonalmente a lo largo de la superficie a ser medida, adoptándose la ubicación que da la mayor desviación de la línea recta. Escoger la distancia mayor de la superficie del espécimen a la varilla de borde recto. Usando la regla de acero o cuña medir esta distancia con una aproximación de 1 mm y registrarla como la distorsión cóncava de la superficie (NTP 399.613, 2005)

#### 2.2.15.1.2. SUPERFICIES CONVEXAS

Cuando la distorsión a ser medida es la de una superficie convexa, Usando la regla de acero o cuña medir la distancia con una aproximación de 1 mm de cada una de las 4 esquinas desde la superficie plana .registrar el promedio de las 4 medidas como la distorsión convexa del espécimen. (NTP 399.613, 2005)

#### 2.2.15.2. ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL.

Este ensayo consiste en la medición de unidades enteras de adobe y en las medias unidades, con dimensiones nominales (largo, ancho y altura) con el objetivo de comparar las diferencias que existen entre unidades de adobe tradicional y adobe estabilizado.

Las herramientas para realizar las mediciones en este ensayo son: regla metálica calibrada, pie de rey, bloque de apoyo. Para el ensayo de variación dimensional se mide cada arista del espécimen y se obtiene el promedio de medidas (en cm) entre los puntos medios de cada cara, determinándose luego el valor promedio por cada arista de toda la muestra, dicho valor se resta de la dimensión nominal y finalmente se divide entre este mismo valor, obteniéndose la variabilidad dimensional en porcentaje. (RAMIREZ TORRES, 2012)

FIGURA 13 : ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL.



(CAYCHO PEREZ & PAREDES CASTRO, 2009)

### 2.2.15.3. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

Este ensayo permite obtener la resistencia a compresión de las unidades de adobe, la cual deberá ser por lo menos igual a  $12 \text{ kg/cm}^2$ , según se especifica en la Norma E-080. Para este ensayo se utiliza una máquina de compresión axial.

La resistencia a la compresión ( $\sigma$ ) de cada espécimen, se obtiene dividiendo la carga de rotura (P) entre el área bruta (A). Con los resultados de cada espécimen se obtiene el valor promedio y se le resta una desviación estándar para obtener la resistencia característica a compresión  $f'_b$ . (RAMIREZ TORRES, 2012).

FIGURA 14 : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.



(RAMIREZ TORRES, 2012)

### 2.2.15.4. ENSAYO DE SUCCIÓN

La prueba de Succión, se adapta del acápite 11 de la NTP 399.613 para los especímenes de la presente investigación. La prueba de succión busca determinar el índice de absorción temprana del espécimen analizado, lo que viene a ser la cantidad de agua que  $200 \text{ cm}^2$  de la unidad de adobe puede absorber en un periodo normado en  $1 \text{ minuto} \pm 1 \text{ segundo}$ .

Primeramente las unidades se secan en un horno a una temperatura ambiente por un plazo no menor a 4 semanas.

Luego, se toma las dimensiones de la cara del espécimen que estará en contacto con el agua para determinar el área de succión, para después obtener los pesos





secos de cada muestra haciendo uso de una balanza electrónica con una precisión de 0.5 gr

Los aparatos utilizados para la prueba de succión y sus funciones son los siguientes:

Una bandeja para contener el agua. Se requiere de una bandeja completamente plana, con una profundidad no menor de 25 mm, y un área mayor que 2000 cm<sup>2</sup>.

Esta bandeja debe contar con agujeros en los bordes para mantener el nivel de agua suministrada, en otras palabras por más agua que se vierta el nivel de agua no subirá.

El ensayo de succión se realiza de la siguiente manera:

- Se ubica la bandeja sobre una superficie limpia y nivelada
- Los soportes metálicos son colocados sobre la bandeja - Se agrega agua continuamente para que el nivel de la bandeja sea siempre de 3 mm ± 0.25 mm sobre los soportes.
- Se coloca el espécimen sobre los soportes, durante 1 min ± 1 s.
- Durante el periodo de contacto se mantiene el nivel de agua constante, gracias al dispositivo de rebalse de la bandeja.
- Luego se retira al espécimen y se seca el agua superficial con un paño húmedo para volver a pesar el espécimen, este peso incluye al agua succionada durante un minuto.
- El secado del agua superficial de los especímenes se hace dentro de los 10 segundos siguientes de retirado el espécimen y deberá pesarse dentro de los siguientes 2 minutos.
- Finalmente, la succión se calcula como la diferencia de pesos (W, en gramos) entre el estado inicial y el estado final del espécimen, es decir será el peso del agua absorbida por el espécimen durante el minuto de contacto con el agua. Si el área del espécimen (L B) difiere en más de ± 2,5 % de 200 cm<sup>2</sup>, se corrige el peso mediante la ecuación que se indica a continuación:

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

Donde:

- $S$  = Succión normalizada a un área de  $200 \text{ cm}^2$ .
- $W$  = Diferencia de pesos del espécimen entre el estado húmedo y seco (gr).
- $L$  = Longitud del espécimen (cm).
- $B$  = Ancho del espécimen (cm).

Por último, se calcula y reporta el promedio de succión de toda la muestra ensayada, con aproximación a  $0,1 \text{ gr/min}/200 \text{ cm}^2$ . (UNI, 2008).

FIGURA 15 : ENSAYO DE SUCCIÓN.



(CABRERA ARIAS & HUAYNATE GRANADOS, 2010)

#### 2.2.15.5. ENSAYO DE ABSORCIÓN

Tal como se explicó para la prueba de succión, no existe un método establecido por la Norma Técnica Peruana E-080 para el ensayo de unidades de adobe; por lo tanto, se adoptó la prueba de absorción de los ladrillos enunciada en la NTP 399.613.

El objetivo del ensayo, es conocer la capacidad de absorción del adobe durante 24 horas de inmersión en agua a una temperatura de  $24^{\circ}\text{C} \pm 8^{\circ}\text{C}$ .

Los instrumentos utilizados fueron:

- Una balanza con capacidad no menor que  $2000 \text{ g}$  y una aproximación de  $0.5 \text{ gr}$ .
- Bateas de saturación
- Se emplean 3 especímenes como señala la NTP. 399.613, los pasos a seguir en el ensayo de absorción fueron los siguientes:



- Primero, se elimina la humedad natural contenida en los especímenes para obtener solo la cantidad de agua absorbida producto de la inmersión de las muestras. Para ello las muestras deben ser secadas a la intemperie por lo menos 4 semanas.
- Se ubican, en sectores protegidos de la intemperie, los recipientes (bateas) que mantendrán sumergidos individualmente cada espécimen.
- Transcurrido el tiempo de secado, se pesan las muestras secas con una aproximación de 0.5 gr y proceder a colocar a cada espécimen su respectiva batea.
- Posteriormente, transcurridas 24 horas de inmersión, se extrajo el espécimen secando ligeramente con un paño húmedo su superficie, para enseguida volverlos a pesar.

El agua que se utiliza para sumergir las muestras puede ser agua potable, destilada o incluso agua de lluvia, debiendo ser esencialmente agua limpia y a temperatura entre 15.5 °C a 30 °C.

Con los datos de los pesos a determinados tiempos de inmersión, se procede a calcular la absorción de cada espécimen con la siguiente expresión:

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

Donde:

- $W_d$  = Peso seco del espécimen.
- $W_s$  = Peso del espécimen saturado, después de la inmersión en agua fría durante 24 horas según sea el caso.

La absorción porcentual de la muestra es el promedio de la absorción de todos los especímenes, con aproximación a 0,1 %. (UNI, 2008)

FIGURA 16 : ENSAYO DE ABSORCIÓN.



(CABRERA ARIAS &amp; HUAYNATE GRANADOS, 2010)

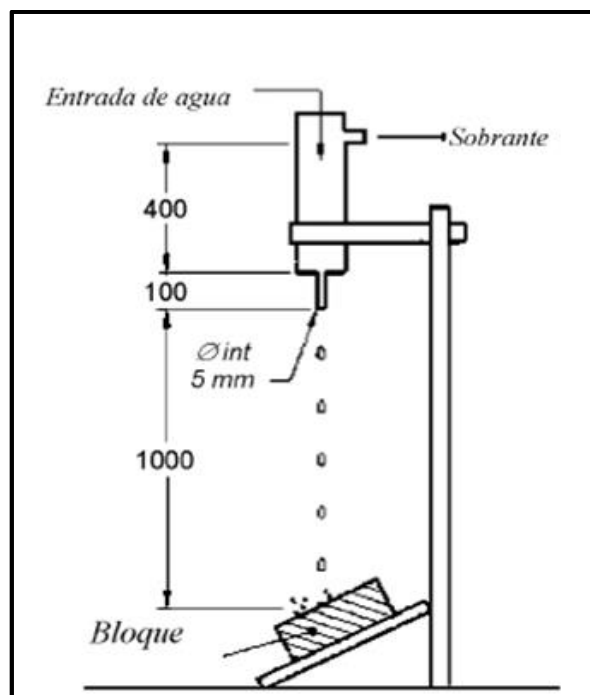
## 2.2.15.6. ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA DE SWINBURNE (SAET)

Se ensayaran al menos dos bloques enteros de manera aleatoria, secados a temperatura ambiente durante 30 días antes del ensayo. (AENOR, 2008)

## EQUIPO

Se muestra un esquema del equipo a utilizar.

FIGURA 17 : ESQUEMA DE ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA



(AENOR, 2008)



### Procedimiento

Se deja caer una corriente continua de agua sobre el bloque durante 10 min a través de un tubo de cristal de 5 mm. De diámetro, conectado a un tanque de agua de nivel constante, cuya cabecera está a 1.5 m sobre la cara del bloque. Este se mantiene inclinado a 27 grados respecto a la horizontal. Con una varilla de 3 mm. De diámetro se mide la profundidad de las oquedades (D) que aparecen. (AENOR, 2008)

### 2.2.15.7. ENSAYO DE DESGASTE POR GOTEO.

Se realiza de la misma forma que la prueba de erosión acelerada swinburne, pero a diferencia de la anterior, esta simulara una lluvia contante a base de gotas (AENOR, 2008)

### Procedimiento

Con ayuda de un micro gotero, se deja caer agua sobre la unidad durante 10 min conectado a un tanque de agua de nivel constante, cuya cabecera está a 1.5 m sobre la cara del bloque. Este se mantiene inclinado a 27 grados respecto a la horizontal. Con una varilla de 3 mm de diámetro se mide la profundidad de las oquedades (D) que aparecen. (AENOR, 2008)



### 3. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

#### 3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según (HERNÁNDEZ SAMPIERI, 2010) el presente estudio reúne las condiciones metodológicas para un tipo, según su enfoque, de INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA, ya que en base a cantidades y estadísticas probaremos las diferentes hipótesis propuestas para la investigación, así como también deduciremos los posibles resultados de nuestra investigación.

La investigación cuantitativa es una forma estructurada de recopilar y analizar datos obtenidos de distintas fuentes, implica el uso de herramientas informáticas, estadísticas, y matemáticas para obtener resultados.

##### 3.1.2. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

De acuerdo a (HERNÁNDEZ SAMPIERI, 2010) este tipo de investigación reúne las condiciones para ser una investigación de NIVEL DESCRIPTIVO, ya que se estima parámetros para el estudio, así como también describiremos parámetros y los comparamos con nuestros resultados.

##### 3.1.3. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

###### MÉTODO HIPOTÉTICO DEDUCTIVO

El método usado es HIPOTÉTICO-DEDUCTIVO porque se planteó varias hipótesis las cuales se demuestran en base a procesos deductivos, que son relacionados con las variables y los indicadores de nuestra investigación. (HERNÁNDEZ SAMPIERI, 2010)

#### 3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

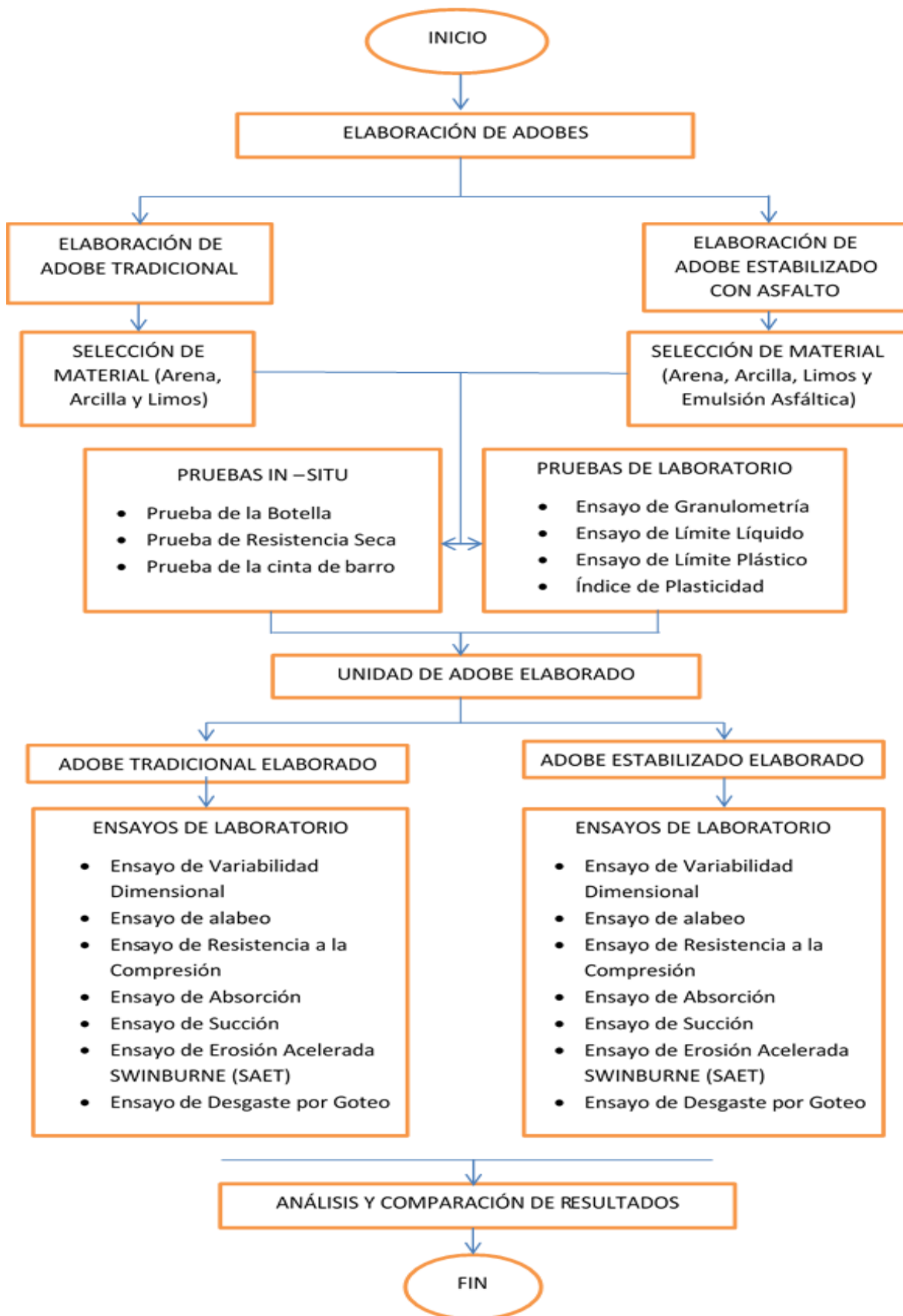
##### 3.2.1. DISEÑO METODOLÓGICO

De acuerdo a (HERNÁNDEZ SAMPIERI, 2010) se considera el diseño CUASI EXPERIMENTAL, porque al momento de realizar ensayos a los materiales y unidades de adobe, se presentan agente externos no cuantificables, tales como



la temperatura del ambiente, humedad, presión atmosférica, calibración de equipos utilizados para los ensayos, entre otros.

### 3.2.2. DISEÑO DE INGENIERÍA



(ELABORACION PROPIA, 2017)





### 3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 3.3.1. POBLACIÓN

##### 3.3.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN

La población está compuesta por las unidades de adobe tradicional y las unidades de adobe estabilizado con emulsión asfáltica elaborados por los tesisistas.

##### 3.3.1.2. CUANTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN

La norma técnica peruana E-080 recomienda un mínimo de 6 especímenes por ensayo para las unidades de adobe tradicional y unidades de adobe estabilizado con emulsión asfáltica a diferentes porcentajes, teniendo una población total de 126 especímenes

#### 3.3.2. MUESTRA

##### 3.3.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

La muestra serán las unidades de adobe tradicional y las unidades de adobe estabilizado con emulsión asfáltica elaborados por los tesisistas, que serán estudiados mediante ensayos de laboratorio, para determinar sus propiedades físicas y mecánicas.

##### 3.3.2.2. CUANTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

La muestra se limita al tamaño total de la población con 126 especímenes comprendidos por las unidades de adobe tradicional (al 0% de emulsión asfáltica), las unidades de adobe estabilizado con emulsión asfáltica al 5% y las unidades de adobe estabilizado con emulsión asfáltica al 10%

##### 3.3.2.3. MÉTODO DE MUESTREO

De acuerdo con (HERNÁNDEZ SAMPIERI, 2010) el método a seguir es NO PROBABILÍSTICO ya que la muestra y la población coinciden en valor numérico es decir los especímenes no serán seleccionados al azar de un grupo, sino que deben cumplir con criterios como la adición de emulsión asfáltica al 0%, 5% y 10%.

## 3.3.2.4. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA MUESTRA

La (NORMA TÉCNICA PERUANA E-080, DISEÑO Y CONSTRUCCION CON TIERRA REFORZADA, 2017) recomienda ensayar 6 especímenes como mínimo para el ensayo de resistencia a la compresión, tomando en cuenta esta recomendación se tomara la misma cantidad de especímenes para los ensayos de alabeo, variabilidad dimensional, succión, absorción, prueba de erosión acelerada swinburne para las unidades de adobe tradicional, unidades de adobe estabilizado con asfalto al 5% y 10 %

TABLA 2: CANTIDAD DE ESPECÍMENES A ENSAYAR

<b>TOTAL DE ESPECÍMENES A ENSAYAR</b>	<b>126</b>
	<b>TOTAL DE ESPECÍMENES</b>
<b>ADOBE TRADICIONAL</b>	<b>42</b>
	<b>Nº DE ESPECÍMENES</b>
ENSAYOS DE LABORATORIO	
ALABEO	6
VARIABILIDAD DIMENSIONAL	6
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	6
SUCCIÓN	6
ABSORCIÓN	6
PRUEBA DE DESGASTE POR GOTEO	6
PRUEBA DE EROSIÓN ACELERADA SWINBURNE	6
	<b>TOTAL DE ESPECÍMENES</b>
<b>ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA AL 5%</b>	<b>42</b>
	<b>Nº DE ESPECÍMENES</b>
ENSAYOS DE LABORATORIO	
ALABEO	6
VARIABILIDAD DIMENSIONAL	6
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	6
SUCCIÓN	6
ABSORCIÓN	6
PRUEBA DE DESGASTE POR GOTEO	6
PRUEBA DE EROSIÓN ACELERADA SWINBURNE	6



	TOTAL DE ESPECÍMENES
<b>ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA AL 10 %</b>	42
ALABEO	6
VARIABILIDAD DIMENSIONAL	6
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	6
SUCCIÓN	6
ABSORCIÓN	6
PRUEBA DE DESGASTE POR GOTEO	6
PRUEBA DE EROSIÓN ACELERADA SWINBURNE	6

(FUENTE : Elaboración Propia)

### 3.3.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Las unidades de adobe debe ser elaboradas con el material (suelo) de las adoberas del distrito de San Sebastián-vía expresa. Se consideraran las unidades de adobe tradicional de las adoberas ubicadas en el distrito de San Sebastián – vía expresa.
- Las unidades de adobe estabilizado deberán ser adicionados con emulsión asfáltica al 5% y 10% durante el proceso de fabricación.

### 3.4. INSTRUMENTOS

#### 3.4.1. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS O INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TABLA 3: TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA LIMITE LÍQUIDO

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO				
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA				
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
RESPONSABLES:	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS			
	CARLOS DANILO CALLASI VENERO			
FECHA:				
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS - UAC			
ENSAYO:				
LIMITE LIQUIDO				
MUESTRA	1	2	3	
NUMERO DE GOLPES				
RECIPIENTE (gr.)				
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (gr.)				
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO (gr.)				
PESO DEL AGUA (gr.)				
PESO DEL RECIPIENTE (gr.)				
PESO DEL SUELO SECO (gr.)				
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)				

(FUENTE : Elaboración Propia)

TABLA 4: TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA LIMITE PLÁSTICO

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
RESPONSABLES:	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS		
	CARLOS DANILO CALLASI VENERO		
FECHA:			
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS - UAC.		
ENSAYO:			
LIMITE PLÁSTICO			
MUESTRA	1	2	
RECIPIENTE (gr.)			
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (gr.)			
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO (gr.)			
PESO DEL AGUA (gr.)			
PESO DEL RECIPIENTE (gr.)			
PESO DEL SUELO SECO (gr.)			
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)			

(FUENTE : Elaboración Propia)

TABLA 5: TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO					
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
<b>RESPONSABLES</b>	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS CARLOS DANILO CALLASI VENERO				
<b>FECHA</b>					
<b>LUGAR</b>	LABORATORIO DE SUELOS				
<b>ENSAYO</b>	GRANULOMETRÍA				
GRANULOMETRÍA					
Peso Inicial de la Muestra				gr.	
Peso de la Muestra Después del Secado en Horno				gr.	
TAMIZ	ABERTURA ( mm )	PESO RETENIDO ( gr. )	PORCENTAJE DE PESO RETENIDO ( % )	PORCENTAJE DE PESO RETENIDO ACUMULADO ( % )	PORCENTAJE QUE PASA ( % )
3/4"	19.050				
3/8"	9.500				
# 4	4.760				
# 8	2.380				
# 16	1.190				
# 30	0.590				
# 50	0.297				
# 100	0.149				
# 200	0.074				
<b>FONDO</b>					
<b>Total Retenido :</b>					

(FUENTE : Elaboración Propia)



TABLA 6: TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ENSAYO VARIABILIDAD DIMENSIONAL

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO													
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA													
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL													
RESPONSABLES:	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS												
	CARLOS DANILO CALLASI VENERO												
FECHA:													
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS												
ENSAYO:	VARIABILIDAD DIMENSIONAL												
VARIABILIDAD DIMENSIONAL													
MUESTRA	LARGO (cm)				ANCHO (cm)				ALTURA (cm)				ÁREA (PROMEDIO) (cm <sup>2</sup> )
	L1	L2	L3	PROM.	L1	L2	L3	PROM.	L1	L2	L3	PROM.	
1													
2													
3													
4													
5													
6													
	LARGO PROMEDIO (cm.)				ANCHO PROMEDIO (cm.)				ALTURA PROMEDIO (cm.)				
	LARGO MÍNIMO (cm.)				ANCHO MÍNIMO (cm.)				ALTURA MÍNIMA (cm.)				
	PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%)				PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%)				PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%)				

(FUENTE : Elaboración Propia)

TABLA 7: TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ENSAYO DE ALABEO

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO				
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA				
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
RESPONSABLES:	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS			
	CARLOS DANILO CALLASI VENERO			
FECHA:	21/06/2017			
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS			
ENSAYO:	ALABEO			
ALABEO				
ESPÉCIMEN	CARA A		CARA B	
	CÓNCAVO (mm.)	CONVEXO (mm.)	CÓNCAVO (mm.)	CONVEXO (mm.)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
PROMEDIO (mm.)				
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm.)				
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm.)				
ALABEO PROMEDIO (mm.)				

(FUENTE : Elaboración Propia)

TABLA 8: TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ENSAYO DE SUCCIÓN

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA							
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
RESPONSABLES:	CARLOS DANILO CALLASI VENERO						
	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS						
FECHA:							
LUGAR:							
ENSAYO:	SUCCIÓN						
SUCCIÓN							
ESPÉCIMEN	PESO SECO (gr.)	LARGO (cm.)	ANCHO (cm.)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	TIEMPO DE SUCCIÓN (min.)	PESO CON AGUA SUCCIONADA (gr.)	SUCCIÓN (gr./min./200cm <sup>2</sup> )
1							
2							
3							
4							
5							
6							
PROMEDIO							

(FUENTE : Elaboración Propia)

TABLA 9: TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ENSAYO DE ABSORCIÓN

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO									
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
RESPONSABLES:	CARLOS DANILLO CALLASI VENERO								
	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS								
FECHA:									
LUGAR:									
ENSAYO:	ABSORCIÓN								
ABSORCIÓN									
ESPÉCIMEN	PESO SECO (gr.)	PESO SATURADO (gr.) 1hr	ABSORCIÓN (%)	PESO SATURADO (gr.) 6hrs.	ABSORCIÓN (%)	PESO SATURADO (gr.) 12 hrs.	ABSORCIÓN (%)	PESO SATURADO (gr.) 24hrs	ABSORCIÓN (%)
1									
2									
3									
4									
5									
6									
PROMEDIO									
NOTAS:									

(FUENTE : Elaboración Propia)

TABLA 10: TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA DE SWINBURNE

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO					
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
RESPONSABLES:	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS				
	CARLOS DANILLO CALLASI VENERO				
FECHA:					
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS				
ENSAYO:	EROSIÓN ACFI FRADA				
EROSIÓN ACFI FRADA (SAFT)					
ESPÉCIMEN	CAUDAL (ml/min.)	TIEMPO (min.)	OQUEDAD (mm.)	NIVEL DE RESISTENCIA	OBSERVACIONES
1					
2					
3					
4					
5					
6					
PROMEDIO					

(FUENTE : Elaboración Propia)



TABLA 11: TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ENSAYO DE DESGASTE POR GOTEO

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO					
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
RESPONSABLES:	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS				
	CARLOS DANILO CALLASI VENERO				
FECHA:					
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS				
ENSAYO:	EDESgaste POR GOTEO				
DESGASTE POR GOTEO -					
ESPÉCIMEN	CAUDAL (ml/min.)	TIEMPO (min.)	QUEDAD (mm.)	NIVEL DE RESISTENCIA	OBSERVACIONES
1					
2					
3					
4					
5					
6					
PROMEDIO					

TABLA 12: TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
RESPONSABLES:	CARLOS DANILO CALLASI VENERO		
	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS		
FECHA:			
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS - UAC		
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
ESPÉCIMEN	CARGA MÁXIMA (Kgf)	ÁREA (Cm2)	F'o (Kg/Cm2)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
PROMEDIO			

(FUENTE : Elaboración Propia)



### 3.4.2. INSTRUMENTOS Y EQUIPOS DE LABORATORIO

- Cuchara de Casa Grande
- Balanza Electrónica
- Varilla de 3 mm
- Vidrio Templado
- Serie de Tamices
- Vernier
- Regla Metálica
- Cuña para alabeo
- Bandejas
- Tinajas
- Equipo de erosión acelerada (SAET)
- Micro gotero
- Máquina de compresión axial

### 3.5. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.5.1. FABRICACIÓN DE LAS UNIDADES DE ADOBE

##### 3.5.1.1. ADOBE TRADICIONAL

##### 3.5.1.1.1. EQUIPOS Y MATERIALES

- Materia Prima
- Agua
- Paja
- Molde de Madera

##### 3.5.1.1.2. PROCEDIMIENTO

- a. Se procede a mezclar la materia prima con agua para formar la masa de barro
- b. Posteriormente se procede a realizar el pisado de la masa de barro para que esta pueda mezclarse de forma uniforme
- c. Seguidamente se procede a realizar el dormido de la masa de barro, el cual consiste de dejar reposar a la intemperie por un mínimo de 01 día.

- d. Una vez realizado el dormido del barro, se procede a colocar la pasta de barro al molde de adobe que previamente fue sumergido en agua para que la masa no se adhiera al molde
- e. Finalmente, se procede a dar forma según las características del molde y sacar dicho molde de abajo para arriba para que la unidad de adobe proceda al secado a la intemperie de por lo menos 01 semana.



FIGURA 18 : MEZCLA DE LA MATERIA PRIMA CON AGUA



FIGURA 19 : PISADO DE LA MEZCLA DE BARRO



FIGURA 20 : DORMIDO DE LA MEZCLA DE BARRO POR UN MÍNIMO DE 01 DÍA



FIGURA 21 : MEZCLA DE BARRO LISTA PARA MOLDEAR LAS UNIDADES DE ADOBE



FIGURA 22 : COLOCADO DE LA MEZCLA DE BARRO EN EL MOLDE DE MADERA



FIGURA 23 : COMPACTACIÓN DE LA UNIDAD Y ADICIÓN DE PAJA



FIGURA 24 : ELABORACIÓN DE ADOBE TRADICIONAL



FIGURA 25 : UNIDADES DE ADOBE TRADICIONAL

(FUENTE : Elaboración Propia)

### 3.5.1.2. ADOBE ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA

#### 3.5.1.2.1. EQUIPOS Y MATERIALES

- Materia Prima
- Agua
- Paja
- Molde de Madera
- Emulsión Asfáltica
- Recipiente con Capacidad de 500 ml

#### 3.5.1.2.2. PROCEDIMIENTO

- a. Se realiza la misma elaboración de masa de barro que las unidades de adobe tradicional (hasta ítem C)
- b. Posteriormente se extrae la masa de barro para la adición de la emulsión asfáltica; para las unidades de adobe estabilizado al 5% se añadió 210 ml. De emulsión asfáltica, y para las unidades de adobe estabilizado al 10% se añadió 420 ml.
- c. Seguidamente se procede a mezclar la masa de barro con la emulsión asfáltica hasta formar una masa uniforme.
- d. Finalmente se procede a colocar la masa uniforme al molde de madera, se le da la forma de acuerdo al molde y se procede a sacar del molde de

abajo para arriba para que así proceda al secado a la intemperie de por lo menos 01 semana.

 <p>FIGURA 26 : PASTA DE BARRO LISTA PARA SER MEZCLADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA</p>	 <p>FIGURA 27 : MEZCLA DE LA PASTA DE BARRO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA</p>
 <p>FIGURA 28 : MEZCLA DE LA PASTA DE BARRO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA</p>	 <p>FIGURA 29 : SE REALIZA LA MEZCLA HASTA QUE SE TENGA UNA PASTA UNIFORME</p>
 <p>FIGURA 30 : SE COLOCA LA PASTA MEZCLADA AL MOLDE DE MADERA</p>	 <p>FIGURA 31 : UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADOS AL 5%</p>



FIGURA 32 : UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADOS AL 10%



FIGURA 33 : UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO AL 10 %

(FUENTE : Elaboración Propia)

### 3.5.2. ENSAYOS IN-SITU

#### 3.5.2.1. GRANULOMETRÍA (PRUEBA DE LA BOTELLA)

##### 3.5.2.1.1. EQUIPOS Y MATERIALES:

- Botella de boca ancha.
- Materia prima.
- Wincha de mano.

##### 3.5.2.1.2. PROCEDIMIENTO:

- a. Llenar con tierra tamizada una botella de boca ancha de 1 litro de capacidad hasta la mitad de su altura.
- b. Llenar la parte restante con agua limpia.
- c. Agitar vigorosamente la botella hasta que todas las partículas de la tierra este en suspensión.
- d. Poner la botella sobre una mesa, y esperar que todas las partículas reposen al fondo. Las partículas de arena reposaran inmediatamente. Las partículas de limos y arcillas durante unas horas.
- e. Finalmente medir las capas para determinar la proporción de arenas y limos con arcilla. Se recomienda que la cantidad de arena fluctué entre 1.5 a 3 veces la cantidad de limos y arcilla.



FIGURA 34: LLENAR LA BOTELLA HASTA LA MITAD CON MATERIA PRIMA



FIGURA 35: LLENAR LA OTRA MITAD CON AGUA



FIGURA 36: AGITAR VIGOROSAMENTE



FIGURA 37: DEJAR REPOSAR



FIGURA 38: MEDIR LAS CAPAS

(FUENTE : Elaboración Propia)

### 3.5.2.2. CINTA DE BARRO

#### 3.5.2.2.1. EQUIPOS Y MATERIALES:

- Wincha de mano.
- Materia prima.

## 3.5.2.2.2. PROCEDIMIENTO:

- a. Consiste en formar con tierra humedecida un rollo de 1.5 cm. de diámetro
- b. Aplastar con los dedos hasta formar una cinta de 4 mm
- c. Suspender la cinta en el aire y medir la longitud del extremo que se rompe.
- d. Medir el extremo roto y comprobar los siguientes casos:
  - Arenosa (inadecuada): 0-5 cm
  - Arcillo-arenosa (adecuada): 5-15 cm.
  - Arcillosa (inadecuada): 15 cm.

FIGURA 39: FORMAR EL ROLLO DE 1.5  
CMFIGURA 40: APLASTAR HASTA FORMAR  
LA CINTA DE 4 MM DE ESPESORFIGURA 41: COLGAR LA CINTA HASTA  
QUE SE ROMPA

FIGURA 42: MEDIR

(FUENTE : Elaboración Propia)

## 3.5.2.3. PRESENCIA DE ARCILLA O RESISTENCIA SECA

## 3.5.2.3.1. EQUIPOS Y MATERIALES:

- Materia prima
- Wincha



## 3.5.2.3.2. PROCEDIMIENTO:

- a. Amasar tierra húmeda y elaborar 4 bolitas de 3 cm. de diámetro
- b. Dejar secar por 48 horas
- c. Tratar de romperlas, para luego comprobar los siguientes casos:
  - Baja resistencia (inadecuada): cuando el disco se aplasta fácilmente.
  - Media o alta resistencia (adecuada): Cuando la bolita se aplasta con dificultad, o se rompe con un sonido seco.



FIGURA 43: AMASAR



FIGURA 44: FORMAR 4 BOLITAS



FIGURA 45: DEJAR SECAR 48 horas.



FIGURA 46: ROMPER

(FUENTE : Elaboración Propia)

## 3.5.3. ENSAYOS DE LABORATORIO

## 3.5.3.1. MUESTREO DEL SUELO

## 3.5.3.1.1. EQUIPOS Y MATERIALES:

- Materia prima
- Bandeja

- Espátula
- Recipiente

### 3.5.3.1.2. PROCEDIMIENTO:

- Se acumula la muestra en un solo lugar haciendo un montón para seguidamente expandirla con la espátula en forma circular.
- Seguidamente se divide el material diametralmente en cuatro partes aproximadamente iguales
- Se considerara la muestra representativa las dos partes opuestas que presenten características semejantes, eliminando las otras dos restantes
- Se juntaran las partes elegidas, realizando el mismo procedimiento, hasta conseguir la cantidad de suelo necesario para poder realizar el ensayo.



FIGURA 47: CUARTEO DEL MATERIAL



FIGURA 48: DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA REPRESENTATIVA



FIGURA 49: REGISTRO DEL PESO DE LA MUESTRA REPRESENTATIVA

(FUENTE : Elaboración Propia)

## 3.5.3.1.3. TOMA DE DATOS:

TABLA 13: TOMA DE DATOS MUESTREO DE SUELO.

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA REPRESENTATIVA (kg.)	5.35

(FUENTE : Elaboración Propia)

## 3.5.3.2. LIMITES DE ATTERBERG

## 3.5.3.2.1. ENSAYO DE LIMITE LÍQUIDO.

## 3.5.3.2.1.1. EQUIPOS Y MATERIALES:

- Taras
- Espátula
- Cuchara de Casagrande
- Acanalador
- Mortero
- Probeta
- Balanza electrónica de sensibilidad de 0.1 gr.
- Tamiz #40
- Horno regulable a 110°C

## 3.5.3.2.1.2. PROCEDIMIENTO:

- a. Iniciar el ensayo preparando una pasta de suelo en la capsula de porcelana con una humedad ligeramente superior al límite líquido.
- b. Determinación del límite líquido con la cuchara de Casagrande (limpia y seca)
- c. Colocar entre 50 y 70 gr. De suelo húmedo en la capsula, alisando la superficie a una altura de 1 cm. con la espátula
- d. Usando el acanalador, separar el suelo en dos mitades según el eje de simetría de la capsula.

- e. Girar la manivela de manera uniforme a una velocidad de 2 revoluciones por segundo: continuar hasta que el surco se cierre en media pulgada de longitud.
- f. Tomar una muestra de aproximadamente 5 gr. De suelo en la zona donde se cerró el surco y pesar inmediato para obtener su contenido de humedad.



FIGURA 50: PESO DE LA MUESTRA



FIGURA 51: ADICIÓN DE AGUA



FIGURA 52: COLOCAR LA MUESTRA HÚMEDA EN LA CUCHARA DE CAS GRANDE



FIGURA 53: DIVIDIR LA MUESTRA CON EL RANURADOR



FIGURA 54: USO DE LA CUCHARA DE CASA GRANDE



FIGURA 55: PESO DE LA MUESTRA EN LA TARA.



FIGURA 56: TOMAR MUESTRAS Y DEJARLAS SECAR EN EL HORNO  
(FUENTE : Elaboración Propia)

3.5.3.2.1.3. TOMA DE DATOS

TABLA 14: TOMA DE DATOS LIMITE LÍQUIDO.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
RESPONSABLES:	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS		
	CARLOS DANILO CALLASI VENERO		
FECHA:	14/06/2017		
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS - UAC		
ENSAYO:			
LIMITE LIQUIDO			
MUESTRA	1	2	3
NUMERO DE GOLPES	34	25	20
RECIPIENTE (gr.)	16	15.8	15.7
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (gr.)	39.8	36.7	41.1
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO (gr.)	36.6	32.9	35.1
PESO DEL AGUA (gr.)	3.2	3.8	6
PESO DEL RECIPIENTE (gr.)	16	15.8	15.7
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	20.6	17.1	19.4
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	15.53	22.22	30.93

(FUENTE : Elaboración Propia)

3.5.3.2.2. ENSAYO DE LIMITE PLÁSTICO

3.5.3.2.2.1. EQUIPOS Y MATERIALES:

- Taras
- Placa de vidrio
- Espátula

- Mortero
- Probeta
- Balanza electrónica de sensibilidad 0.1 gr.
- Tamiz #40
- Horno regulable a 110° C

#### 3.5.3.2.2.2. PROCEDIMIENTO:

- Utilizar una porción de material que queda del ensayo de límite líquido.
- Tomar una bolita de suelo de 1 cm<sup>3</sup> y amasarla sobre el vidrio con la palma de la mano hasta formar bastoncitos de 3 mm. De diámetro
- Reconstruir la bolita de suelo, uniendo el material con fuerte presión de las puntas de los dedos y amasar nuevamente hasta llegar al límite plástico.
- El límite plástico, WP, corresponde al contenido de humedad para el cual un bastoncito de 3 mm. , así formado, se rompe en trozos de 0.5 a 1 cm. de largo, sino está seguro de haber alcanzado WP.
- Pesar inmediatamente el bastoncito así formado para determinar su contenido de humedad.



FIGURA 57: MOLDEO DE ROLLITO



FIGURA 58: MOLDEAR HASTA QUE SE  
ROMPA

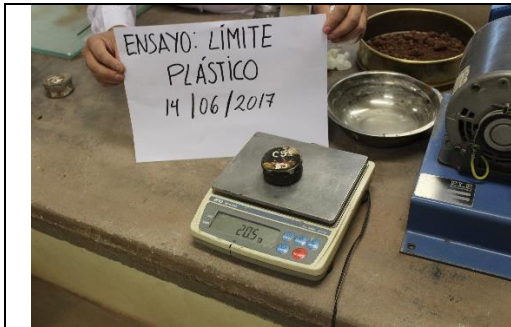


FIGURA 59: PESAR



FIGURA 60: DEJAR SECAR EN EL HORNO

(FUENTE : Elaboración Propia)

3.5.3.2.2.3. TOMA DE DATOS:

TABLA 15: TOMA DE DATOS LIMITE PLÁSTICO.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
RESPONSABLES:	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS	
	CARLOS DANILO CALLASI VENERO	
FECHA:	14/06/2017	
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS - UAC.	
ENSAYO:		
LIMITE PLÁSTICO		
MUESTRA	1	2
RECIPIENTE (gr.)	16	16.7
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (gr.)	18.9	20.5
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO (gr.)	18.44	19.83
PESO DEL AGUA (gr.)	0.46	0.67
PESO DEL RECIPIENTE (gr.)	15.97	16.63
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	2.49	3.22
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	18.47	20.81

(FUENTE : Elaboración Propia)

3.5.3.3. ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

3.5.3.3.1. EQUIPOS Y MATERIALES:

- Balanza de precisión
- Brocha

- Recipientes
- Tamices (3/4 ,3/8,#4, #8, #16, #30,#50, #100, #200)

### 3.5.3.3.2. PROCEDIMIENTO:

- Se selecciona el grupo de tamices de acuerdo al suelo que se tiene, se coloca los tamices en orden decreciente, por tamaño de abertura. Se procede con la operación de tamizado durante un periodo adecuado.
- Procedemos a colocar la serie de tamices en la maquina tamizadora a una razón de 150 veces por minuto.
- Finalmente se pesa el material retenido en cada uno de los tamices.



FIGURA 61: PESAR EL MATERIAL DE MUESTRA PREVIAMENTE SECADA EN EL HORNO



FIGURA 62: ECHAMOS EL MATERIAL EN LAS MALLAS



FIGURA 63: ZARANDEO DE MATERIAL



FIGURA 64: MATERIAL RETENIDO EN LAS MALLAS DESPUÉS DEL ZARANDEO



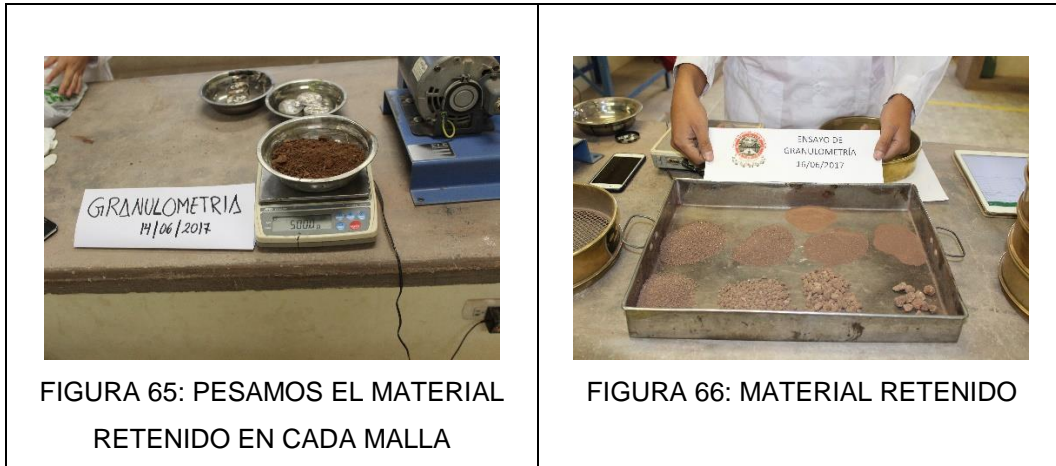


FIGURA 65: PESAMOS EL MATERIAL RETENIDO EN CADA MALLA

FIGURA 66: MATERIAL RETENIDO

(FUENTE : Elaboración Propia)

3.5.3.3.3. TOMA DE DATOS:

TABLA 16: TOMA DE DATOS GRANULOMETRÍA

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO					
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
RESPONSABLES	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS CARLOS DANILO CALLASI VENERO				
FECHA	16/06/2017				
LUGAR	LABORATORIO DE SUELOS				
ENSAYO	GRANULOMETRÍA				
GRANULOMETRÍA					
Peso Inicial de la Muestra				500.00	gr.
Peso de la Muestra Después del Secado en Horno				493.31	gr.
TAMIZ	ABERTURA ( mm )	PESO RETENIDO ( gr. )	PORCENTAJE DE PESO RETENIDO ( % )	PORCENTAJE DE PESO RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
3/4"	19.050	0	0.00		
3/8"	9.500	24.03	4.87		
# 4	4.760	69.76	14.14		
# 8	2.380	89.77	18.20		
# 16	1.190	84.84	17.20		
# 30	0.590	57.48	11.65		
# 50	0.297	47.97	9.72		
# 100	0.149	46.38	9.40		
# 200	0.074	38.85	7.88		
<b>FONDO</b>		<b>34.23</b>	<b>6.94</b>		
<b>Total Retenido :</b>		<b>493.31</b>	<b>100.00</b>		

(FUENTE : Elaboración Propia)

3.5.3.4. ENSAYO DE ALABEO

3.5.3.4.1. EQUIPOS Y MATERIALES

- Regla metálica 60 cm
- Cuña de medición graduada y numerada en divisiones de 1 mm

3.5.3.4.2. PROCEDIMIENTO

- a. Eliminar con una brocha el polvo adherido a las unidades.
- b. Se colocara la regla metálica de forma longitudinal o transversal, adoptando la ubicación que da la mayor desviación de la línea recta.
- c. Usando la cuña medir la distancia entre la unidad de adobe y la regla metálica y registrarla como la distorsión (alabeo) de la superficie.



FIGURA 67: MEDIDA DE LA CONCAVIDAD



FIGURA 68: MEDIDA DE LA CONVEXIDAD

3.5.3.4.3. TOMA DE DATOS

3.5.3.4.3.1. UNIDAD DE ADOBE TRADICIONAL


TABLA 17: TOMA DE DATOS ALABEO –ADOBE TRADICIONAL

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO				
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA				
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
RESPONSABLES:	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS			
	CARLOS DANILO CALLASI VENERO			
FECHA:	21/06/2017			
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS			
ENSAJO:	ALABEO			
<b>ALABEO - ADOBE TRADICIONAL</b>				
ESPÉCIMEN	CARA A		CARA B	
	CÓNCAVO (mm.)	CONVEXO (mm.)	CÓNCAVO (mm.)	CONVEXO (mm.)
1	3.7	-	1.8	-
2	3.3	-	3	-
3	5	-	3.6	-
4	2	-	4.2	-
5	1.1	-	2	-
6	4	-	3	-
PROMEDIO (mm.)	3.183	-	2.933	-
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm.)				
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm.)				
ALABEO PROMEDIO (mm.)				

(FUENTE : Elaboración Propia)

3.5.3.4.3.2. UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO AL 5%

TABLA 18: TOMA DE DATOS ALABEO –ADOBE ESTABILIZADO AL 5%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO				
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA				
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
RESPONSABLES:	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS			
	CARLOS DANILO CALLASI VENERO			
FECHA:	21/06/2017			
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS			
ENSAYO:	ALABEO			
ALABEO - ADOBE ESTABILIZADO AL 5%				
ESPÉCIMEN	CARA A		CARA B	
	CÓNCAVO (mm.)	CONVEXO (mm.)	CÓNCAVO (mm.)	CONVEXO (mm.)
1	2.5	-	4	-
2	3.9	-	2.1	-
3	3.5	-	1.5	-
4	4	-	3	-
5	2.2	-	4.6	-
6	1	-	2.9	-
PROMEDIO (mm.)	2.85	-	3.02	-
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm.)				
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm.)				
ALABEO PROMEDIO (mm.)				

(FUENTE : Elaboración Propia)

3.5.3.4.3.3. UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO AL 10%

TABLA 19: TOMA DE DATOS ALABEO –ADOBE ESTABILIZADO AL 10%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO				
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA				
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
RESPONSABLES:	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS			
	CARLOS DANILO CALLASI VENERO			
FECHA:	21/06/2017			
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS			
ENSAYO:	ALABEO			
ALABEO - ADOBE ESTABILIZADO AL 10%				
ESPÉCIMEN	CARA A		CARA B	
	CÓNCAVO (mm.)	CONVEXO (mm.)	CÓNCAVO (mm.)	CONVEXO (mm.)
1	2.9	-	2.8	-
2	3.6	-	4	-
3	3.7	-	1.2	-
4	3.5	-	5	-
5	2.2	-	1.5	-
6	1.9	-	1.9	-
PROMEDIO (mm.)	2.967	-	2.733	-
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm.)				
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm.)				
ALABEO PROMEDIO (mm.)				

(FUENTE : Elaboración Propia)

3.5.3.5. ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL

3.5.3.5.1. EQUIPOS Y MATERIALES

- Vernier
- Regla metálica

3.5.3.5.2. PROCEDIMIENTO

a. Medir 3 Veces la longitud , ancho y altura de las unidades de adobe



FIGURA 69: MEDIDA DEL ANCHO



FIGURA 70: MEDIDA DE LA ALTURA



FIGURA 71: MEDIDA DEL LARGO

(FUENTE : Elaboración Propia)



3.5.3.5.3. TOMA DE DATOS

3.5.3.5.3.1. UNIDAD DE ADOBE TRADICIONAL

TABLA 20: TOMA DE DATOS VARIABILIDAD DIMENSIONAL ADOBE TRADICIONAL

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO													
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA													
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL													
RESPONSABLES:	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS												
	CARLOS DANILO CALLASI VENERO												
FECHA:	20/06/2017												
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS												
ENSAYO:	VARIABILIDAD DIMENSIONAL												
VARIABILIDAD DIMENSIONAL - ADOBE TRADICIONAL													
MUESTRA	LARGO (cm)				ANCHO (cm)				ALTURA (cm)				ÁREA (PROMEDIO) (cm <sup>2</sup> )
	L1	L2	L3	PROM.	L1	L2	L3	PROM.	L1	L2	L3		
1	30.500	30.600	30.400		15.400	15.500	15.400		8.200	8.000	8.300		
2	30.800	30.600	30.500		15.800	15.700	15.700		8.000	8.100	8.100		
3	31.300	31.500	31.300		15.800	15.600	15.800		8.100	7.800	8.000		
4	30.800	31.200	31.400		15.200	15.200	15.400		8.200	7.900	7.800		
5	31.100	31.400	31.000		15.200	15.200	15.400		8.200	7.700	7.800		
6	31.200	30.900	31.300		15.700	15.500	15.600		7.500	7.500	7.700		
	LARGO PROMEDIO (cm.)				ANCHO PROMEDIO (cm.)				ALTURA PROMEDIO (cm.)				
	LARGO MÍNIMO (cm.)				ANCHO MÍNIMO (cm.)				ALTURA MÍNIMA (cm.)				
	PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%)				PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%)				PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%)				

(FUENTE : Elaboración Propia)



3.5.3.5.3.2. UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO AL 5%

TABLA 21: TOMA DE DATOS VARIABILIDAD DIMENSIONAL ADOBE ESTABILIZADO AL 5%


UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO													
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA													
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL													
RESPONSABLES:	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS												
	CARLOS DANILO CALLASI VENERO												
FECHA:	20/06/2017												
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS												
ENSAYO:	VARIABILIDAD DIMENSIONAL												
VARIABILIDAD DIMENSIONAL - ADOBE ESTABILIZADO CON ASFALTO AL 5%													
MUESTRA	LARGO (cm)				ANCHO (cm)				ALTURA (cm)				ÁREA (PROMEDIO) (cm <sup>2</sup> )
	L1	L2	L3	PROM.	L1	L2	L3	PROM.	L1	L2	L3	PROM.	
1	30.400	30.400	30.700		15.100	15.200	15.100		7.900	8.000	7.900		
2	30.500	30.600	30.600		15.500	15.400	15.400		7.900	7.800	7.700		
3	30.400	30.500	30.300		15.200	15.100	15.000		7.700	8.000	7.700		
4	29.900	30.700	30.800		15.300	15.100	15.000		7.800	7.700	7.700		
5	30.800	30.900	30.400		15.200	15.200	15.300		7.800	8.500	8.000		
6	30.400	30.900	31.100		15.100	15.100	15.100		8.000	8.000	7.900		
	LARGO PROMEDIO (cm.)				ANCHO PROMEDIO (cm.)				ALTURA PROMEDIO (cm.)				
	LARGO MÍNIMO (cm.)				ANCHO MÍNIMO (cm.)				ALTURA MÍNIMA (cm.)				
	PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%)				PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%)				PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%)				

(FUENTE : Elaboración Propia)



3.5.3.5.3.3. UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO AL 10 %

TABLA 22: TOMA DE DATOS VARIABILIDAD DIMENSIONAL ADOBE ESTABILIZADO AL 10%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO													
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA													
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL													
RESPONSABLES:	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS												
	CARLOS DANILO CALLASI VENERO												
FECHA:	20/06/2017												
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS												
ENSAYO:	VARIABILIDAD DIMENSIONAL												
VARIABILIDAD DIMENSIONAL - ADOBE ESTABILIZADO CON ASFALTO AL 10%													
MUESTRA	LARGO (cm)				ANCHO (cm)				ALTURA (cm)				ÁREA (PROMEDIO) (cm <sup>2</sup> )
	L1	L2	L3	PROM.	L1	L2	L3	PROM.	L1	L2	L3	PROM.	
1	30.8	30.7	30.9		15.2	15.4	15.4		8.1	8	8.5		
2	30.3	30.4	30.3		15.2	15	15.1		8.3	8.5	8.3		
3	30.3	30.6	30.6		15.5	15.2	15.3		8.5	7.8	7.7		
4	30.2	30.1	30.1		14.9	15	15		8	8	7.8		
5	31.1	30.8	30.6		15.5	15.1	15.4		7.7	8.4	8.5		
6	30.7	30.8	30.5		15.3	15.1	15.2		7.8	7.7	8		
	LARGO PROMEDIO (cm.)				ANCHO PROMEDIO (cm.)				ALTURA PROMEDIO (cm.)				
	LARGO MÍNIMO (cm.)				ANCHO MÍNIMO (cm.)				ALTURA MÍNIMA (cm.)				
	PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%)				PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%)				PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%)				

(FUENTE : Elaboración Propia)

### 3.5.3.6. ENSAYO DE SUCCIÓN

#### 3.5.3.6.1. EQUIPOS Y MATERIALES:

- Adobe
- Bandeja
- Agua
- Balanza

#### 3.5.3.6.2. PROCEDIMIENTO:

- Llenar la bandeja con agua que sobrepase 3 mm el área de contacta (tacos de madera)
- Registrar el peso seco del espécimen
- Someter a prueba de succión.

 <p>FIGURA 72: LLENAR LA BANDEJA 3 MM SOBRE EL ÁREA DE CONTACTO</p>	 <p>FIGURA 73: PESAR LA UNIDAD SECA</p>
 <p>FIGURA 74: COLOCAR LA UNIDAD EN LA BANDEJA</p>	 <p>FIGURA 75: PRUEBA DE SUCCIÓN 1 MIN</p>





FIGURA 76: PESO DE LA UNIDAD DESPUÉS DE LA PRUEBA

(FUENTE : Elaboración Propia)

3.5.3.6.3. TOMA DE DATOS

3.5.3.6.3.1. UNIDAD DE ADOBE TRADICIONAL

TABLA 23: TOMA DE DATOS SUCCIÓN – ADOBE TRADICIONAL

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA							
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
RESPONSABLES:	CARLOS DANILO CALLASI VENERO						
	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS						
FECHA:	10/06/2017						
LUGAR:	URB. QUISPIQUILLA LT.3 - VÍA EXPRESA						
ENSAYO:	SUCCIÓN						
SUCCIÓN - ADOBE TRADICIONAL							
ESPÉCIMEN	PESO SECO (gr.)	LARGO (cm.)	ANCHO (cm.)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	TIEMPO DE SUCCIÓN (min.)	PESO CON AGUA SUCCIONADA (gr.)	SUCCIÓN (gr./min./200cm <sup>2</sup> )
1	6500	15.5	30.7		1	6545	
2	6520	15.6	31.1		1	6565	
3	6830	15.5	31		1	6875	
4	6530	15.4	31.6		1	6575	
5	6860	15.4	31.3		1	6900	
6	6875	15.7	31.2		1	6920	
PROMEDIO							

(FUENTE : Elaboración Propia)

3.5.3.6.3.2. UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO AL 5%

TABLA 24: TOMA DE DATOS SUCCIÓN-ADOBE ESTABILIZADO AL 5%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA							
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
RESPONSABLES:		CARLOS DANILO CALLASI VENERO					
		VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS					
FECHA:		10/06/2017					
LUGAR:		URB. QUISPIQUILLA LT.3 - VÍA EXPRESA					
ENSAYO:		SUCCIÓN					
SUCCIÓN - ADOBE ESTABILIZADO AL 5%							
ESPÉCIMEN	PESO SECO (gr.)	LARGO (cm.)	ANCHO (cm.)	ÁREA (cm2)	TIEMPO DE SUCCIÓN (min.)	PESO CON AGUA SUCCIONADA (gr.)	SUCCIÓN (gr./min./200cm2)
1	6150	15.6	31		1	6175	
2	6135	15	31.2		1	6165	
3	6265	15.3	30.8		1	6290	
4	6380	15.5	31.2		1	6400	
5	6290	15.5	31.1		1	6305	
6	6525	15.2	30.9		1	6550	
PROMEDIO							

(FUENTE : Elaboración Propia)

3.5.3.6.3.3. UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO AL 10%

TABLA 25: TOMA DE DATOS SUCCIÓN-ADOBE ESTABILIZADO AL 10%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA							
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
RESPONSABLES:		CARLOS DANILO CALLASI VENERO					
		VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS					
FECHA:		10/08/2017					
LUGAR:		URB. QUISPIQUILLA LT.3 - VÍA EXPRESA					
ENSAYO:		SUCCIÓN					
SUCCIÓN - ADOBE ESTABILIZADO AL 10%							
ESPÉCIMEN	PESO SECO (gr.)	LARGO (cm.)	ANCHO (cm.)	ÁREA (cm2)	TIEMPO DE SUCCIÓN (min.)	PESO CON AGUA SUCCIONADA (gr.)	SUCCIÓN (gr./min./200cm2)
1	6505	15.3	30.3		1	6525	
2	6605	15.2	30.8		1	6620	
3	6455	15.1	29.5		1	6470	
4	6530	15.2	30		1	6545	
5	6560	14.9	30		1	6575	
6	6525	15.2	31.1		1	6535	
PROMEDIO							

(FUENTE : Elaboración Propia)

### 3.5.3.7. ENSAYO DE ABSORCIÓN

#### 3.5.3.7.1. EQUIPOS Y MATERIALES:

- Adobe
- Bandeja
- Agua
- Balanza
- Cilindro

#### 3.5.3.7.2. PROCEDIMIENTO:

- Medir las dimensiones largo, ancho y alto de los especímenes
- Pesar los especímenes en una balanza electrónica
- Registrar el peso seco de los especímenes
- Someter a prueba de absorción
- Registrar los pesos después de la prueba.



FIGURA 77: PESO DE LA UNIDAD  
ANTES DE LA PRUEBA



FIGURA 78: SUMERGIR LA UNIDAD



FIGURA 79: RETIRAR LA UNIDAD



FIGURA 80: DEJAR ESCURRIR EL  
EXCESO DE AGUA



FIGURA 81: SECAR EL EXCESO DE AGUA SUPERFICIAL

FIGURA 82: PESO DE LA UNIDAD DESPUÉS DE LA PRUEBA

(FUENTE : Elaboración Propia)



3.5.3.7.3. TOMA DE DATOS:

3.5.3.7.3.1. UNIDAD DE ADOBE TRADICIONAL

TABLA 26: TOMA DE DATOS ABSORCIÓN-ADOBE TRADICIONAL

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO									
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
RESPONSABLES:	CARLOS DANILO CALLASI VENERO								
	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS								
FECHA:	10/06/2017 a 12/06/2017								
LUGAR:	URB. QUISPIQUILLA LT.3 - VÍA EXPRESA								
ENSAYO:	ABSORCIÓN								
ABSORCIÓN - ADOBE TRADICIONAL									
ESPÉCIMEN	PESO SECO (gr.)	PESO SATURADO (gr.) 1hr	ABSORCIÓN (%)	PESO SATURADO (gr.) 6hrs.	ABSORCIÓN (%)	PESO SATURADO (gr.) 12 hrs.	ABSORCIÓN (%)	PESO SATURADO (gr.) 24hrs	ABSORCIÓN (%)
1	6.65	-	-	-	-	-	-	-	-
2	6.955	-	-	-	-	-	-	-	-
3	6.565	-	-	-	-	-	-	-	-
4	6.69	-	-	-	-	-	-	-	-
5	6.875	-	-	-	-	-	-	-	-
6	6.525	-	-	-	-	-	-	-	-
PROMEDIO	6.71	-	-	-	-	-	-	-	-
OJO: No se registraron resultados para adobe tradicional ya que dichos adobes no resistieron la prueba de Absorción									

(FUENTE : Elaboración Propia)



3.5.3.7.3.2. UNIDAD ADOBE ESTABILIZADO AL 5%

TABLA 27: TOMA DE DATOS ABSORCIÓN-ADOBE ESTABILIZADO AL 5%


UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO									
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
RESPONSABLES:	CARLOS DANILO CALLASI VENERO								
	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS								
FECHA:	10/06/2017 a 12/06/2017								
LUGAR:	URB. QUISPIQUILLA LT.3 - VÍA EXPRESA								
ENSAYO:	ABSORCIÓN								
ABSORCIÓN - ADOBE ESTABILIZADO AL 5 %									
ESPÉCIMEN	PESO SECO (gr.)	PESO SATURADO (gr.) 1hr	ABSORCIÓN (%)	PESO SATURADO (gr.) 6hrs.	ABSORCIÓN (%)	PESO SATURADO (gr.) 12 hrs.	ABSORCIÓN (%)	PESO SATURADO (gr.) 24hrs	ABSORCIÓN (%)
1	6.360	6.565		6.680		6.730		6.745	
2	6.365	6.520		6.605		6.675		6.720	
3	6.370	6.545		6.440		6.415		-	
4	6.065	6.290		6.320		6.260		-	
5	6.215	6.515		6.675		6.710		6.735	
6	6.530	6.725		6.795		6.550		-	
PROMEDIO	6.318	6.527		6.586		6.557		6.733	

(FUENTE : Elaboración Propia)



3.5.3.7.3.3. UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO AL 10%

TABLA 28: TOMA DE DATOS ABSORCIÓN-ADOBE ESTABILIZADO AL 10%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO									
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
RESPONSABLES:	CARLOS DANILO CALLASI VENERO								
	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS								
FECHA:	10/06/2017 a 12/06/2017								
LUGAR:	URB. QUISPIQUILLA LT.3 - VÍA EXPRESA								
ENSAYO:	ABSORCIÓN								
									
ABSORCIÓN ADOBE ESTABILIZADO AL 10%									
ESPÉCIMEN	PESO SECO (gr.)	PESO SATURADO (gr.) 1hr	ABSORCIÓN (%)	PESO SATURADO (gr.) 6hrs.	ABSORCIÓN (%)	PESO SATURADO (gr.) 12 hrs.	ABSORCIÓN (%)	PESO SATURADO (gr.) 24hrs	ABSORCIÓN (%)
1	6.345	6.395		6.320		6.305		6.285	
2	6.635	6.685		6.485		6.500		6.535	
3	6.785	6.880		6.895		6.945		7.005	
4	6.370	6.465		6.470		6.470		6.470	
5	6.325	6.405		6.405		6.500		6.545	
6	6.645	6.715		6.725		6.745		6.790	
PROMEDIO	6.518	6.591		6.550		6.578		6.605	

(FUENTE : Elaboración Propia)

### 3.5.3.8. ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA DE SWINBURNE (SAET)

#### 3.5.3.8.1. EQUIPOS Y MATERIALES

- Equipo de erosión acelerada
- Agua
- Transportador

#### 3.5.3.8.2. PROCEDIMIENTO

- Se coloca la unidad de albañilería en un ángulo de 27 grados respecto a la horizontal.
- Se deja caer una corriente continua de agua sobre el bloque a través de un tubo de cristal de 5 mm de diámetro, conectado a un tanque de agua de nivel constante, cuya cabecera está a 1.5 m sobre la cara del bloque durante 10 min.
- Con una varilla de 3 mm de diámetro se mide la profundidad de las oquedades (D) que aparecen. (AENOR, 2008)



FIGURA 83: COLOCAR LA UNIDAD EN UN  
ANGULO DE 27°



FIGURA 84: DEJAR FLUIR EL AGUA





FIGURA 85: ENSAYAR DURANTE 10 MIN



FIGURA 86: MEDIR LA OQUEDAD

(FUENTE : Elaboración Propia)

### 3.5.3.8.3. TOMA DE DATOS

#### 3.5.3.8.3.1. UNIDAD DE ADOBE TRADICIONAL

TABLA 29: TOMA DE DATOS SAET-ADOBE TRADICIONAL

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO					
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
RESPONSABLES:	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS				
	CARLOS DANILO CALLASI VENERO				
FECHA:	22/06/2017 AL 23/06/2017				
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS				
ENSAYO:	EROSIÓN ACELERADA (SAET)				
EROSIÓN ACELERADA (SAET) - ADOBE TRADICIONAL					
ESPÉCIMEN	CAUDAL (ml/min.)	TIEMPO (min.)	OQUEDAD (mm.)	NIVEL DE RESISTENCIA	OBSERVACIONES
1	625	10	35		Absorbe una considerable cantidad de agua, así como también el adobe empieza a fallar a causa del impacto del agua.
2	625	10	37		
3	625	10	20		
4	625	10	28		
5	625	10	32		
6	625	10	33		
PROMEDIO					

(FUENTE : Elaboración Propia)

3.5.3.8.3.2. UNIDAD ADOBE ESTABILIZADO AL 5%

TABLA 30: TOMA DE DATOS SAET-ADOBE ESTABILIZADO AL 5%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO					
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
RESPONSABLES:	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS				
	CARLOS DANILO CALLASI VENERO				
FECHA:	22/06/2017 AL 23/06/2017				
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS				
ENSAYO:	EROSIÓN ACELERADA (SAET)				
EROSIÓN ACELERADA (SAET) - ADOBE ESTABILIZADO AL 5%					
ESPÉCIMEN	CAUDAL (ml/min.)	TIEMPO (min.)	OQUEDAD (mm.)	NIVEL DE RESISTENCIA	OBSERVACIONES
1	625	10	2.5		La unidad de adobe resiste el impacto del agua, no absorbe una considerable cantidad de agua, no se desmorona.
2	625	10	2		
3	625	10	2.5		
4	625	10	2.2		
5	625	10	1.8		
6	625	10	2.7		
PROMEDIO					

(FUENTE : Elaboración Propia)

3.5.3.8.3.3. UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO AL 10%

TABLA 31: TOMA DE DATOS SAET-ADOBE ESTABILIZADO AL 10%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO					
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
RESPONSABLES:	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS				
	CARLOS DANILO CALLASI VENERO				
FECHA:	22/06/2017 AL 23/06/2017				
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS				
ENSAYO:	EROSIÓN ACELERADA (SAET)				
EROSIÓN ACELERADA (SAET) - ADOBE ESTABILIZADO AL 10%					
ESPÉCIMEN	CAUDAL (ml/min.)	TIEMPO (min.)	OQUEDAD (mm.)	NIVEL DE RESISTENCIA	OBSERVACIONES
1	625	10	2		El impacto del agua no causa ningún cambio, la oquedad que genera es mínima.
2	625	10	2		
3	625	10	1.5		
4	625	10	1.5		
5	625	10	1		
6	625	10	1.2		
PROMEDIO					

(FUENTE : Elaboración Propia)

### 3.5.3.9. ENSAYO DE DESGASTE POR GOTEO

#### 3.5.3.9.1. EQUIPOS Y MATERIALES

- Equipo de erosión acelerada
- Agua
- Transportador
- Micro-gotero

#### 3.5.3.9.2. PROCEDIMIENTO

- d. Se coloca la unidad de albañilería en un ángulo de 27 grados respecto a la horizontal.
- e. Se deja caer agua en gotas mediante un micro-gotero conectado a un tanque de agua de nivel constante, cuya cabecera está a 1.5 m sobre la cara del bloque durante 10 min.
- f. Con una varilla de 3 mm de diámetro se mide la profundidad de las oquedades (D) que aparecen. (AENOR, 2008)



FIGURA 87: COLOCAR LA UNIDAD EN UN ANGULO DE 27°



FIGURA 88: CONECTAR EL EQUIPO A LA TOMA DE AGUA



FIGURA 89: ENSAYAR DURANTE 10 MIN



FIGURA 90: MEDIR LA OQUEDAD

3.5.3.9.3. TOMA DE DATOS

3.5.3.9.3.1. UNIDAD DE ADOBE TRADICIONAL

TABLA 32: TOMA DE DATOS DESGASTE POR GOTEO-ADOBE TRADICIONAL

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA						
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
RESPONSABLES:	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS					
	CARLOS DANILO CALLASI VENERO					
FECHA:	22/06/2017 AL 23/06/2017					
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS					
ENSAYO:	EDESGASTE POR GOTEO					
DESGASTE POR GOTEO - ADOBE TRADICIONAL						
ESPÉCIMEN	CAUDAL (ml/min.)	TIEMPO (min.)	OQUEDAD (mm.)	NIVEL DE RESISTENCIA	OBSERVACIONES	
1	17	10	15		Absorbe una cantidad considerable de agua, el goteo genera oquedades de 1.5 cm. como minimo	
2	17	10	13			
3	17	10	18			
4	17	10	17			
5	17	10	19			
6	17	10	17			
PROMEDIO						

(FUENTE : Elaboración Propia)

3.5.3.9.3.2. UNIDAD ADOBE ESTABILIZADO AL 5%

TABLA 33: TOMA DE DATOS DESGASTE POR GOTEO-ADOBE ESTABILIZADO AL 5%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO					
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
RESPONSABLES:	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS				
	CARLOS DANILO CALLASI VENERO				
FECHA:	22/06/2017 AL 23/06/2017				
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS				
ENSAYO:	EDESgaste POR GOTEO				
DESGASTE POR GOTEO - ADOBE ESTABILIZADO AL 5%					
ESPÉCIMEN	CAUDAL (ml/min.)	TIEMPO (min.)	OQUEDAD (mm.)	NIVEL DE RESISTENCIA	OBSERVACIONES
1	17	10	2		La unidad no sufre cambios considerables a causa del goteo, no absorbe una gran cantidad de agua, la oquedad que genera es mínima.
2	17	10	1.5		
3	17	10	1.3		
4	17	10	1.5		
5	17	10	1.4		
6	17	10	1.6		
PROMEDIO					

(FUENTE : Elaboración Propia)

3.5.3.9.3.3. UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO AL 10%

TABLA 34: TOMA DE DATOS DESGASTE POR GOTEO-ADOBE ESTABILIZADO AL 10%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO					
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
RESPONSABLES:	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS				
	CARLOS DANILO CALLASI VENERO				
FECHA:	22/06/2017 AL 23/06/2017				
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS				
ENSAYO:	EDESgaste POR GOTEO				
DESGASTE POR GOTEO - ADOBE ESTABILIZADO AL 10 %					
ESPÉCIMEN	CAUDAL (ml/min.)	TIEMPO (min.)	OQUEDAD (mm.)	NIVEL DE RESISTENCIA	OBSERVACIONES
1	17	10	1		La unidad repele el agua, la absorcion de la unidad es minima asi como la oquedad que genera.
2	17	10	1		
3	17	10	0.5		
4	17	10	0.5		
5	17	10	0.5		
6	17	10	1		
PROMEDIO					

(FUENTE : Elaboración Propia)

### 3.5.3.10. ENSAYO DE COMPRESIÓN

#### 3.5.3.10.1. EQUIPOS Y MATERIALES

- Unidades de Adobe (Muestras)
- Láminas de Neopreno
- Máquina de Resistencia a la Compresión
- Regla Metálica

#### 3.5.3.10.2. PROCEDIMIENTO

- a) Se escogen las muestras de unidades de adobe que serán ensayadas, después de escoger dichas muestras, se procede a medir el área que estará en contacto con la máquina de resistencia a la Compresión.
- b) Posteriormente se procede a colocar las láminas de Neopreno a la Maquina para posteriormente colocar las unidades.
- c) Finalmente colocar las unidades de adobe en la máquina y someter a la compresión hasta que la muestra falle totalmente.



FIGURA 91: SE PROCEDE A MEDIR EL ÁREA DE LAS MUESTRAS A ENSAYAR



FIGURA 92: COLOCAR LA MAQUINA DE COMPRESIÓN



FIGURA 93: SE COLOCA LA UNIDAD A ENSAYAR A LA MAQUINAR JUNTO CON LAS LAMINAS DE NEOPRENO



FIGURA 94: SE SOMETE LA PRUEBA HASTA QUE LA MUESTRA FALLE TOTALMENTE

(FUENTE : Elaboración Propia)

3.5.3.10.3. TOMA DE DATOS

3.5.3.10.3.1. UNIDAD DE ADOBE TRADICIONAL

TABLA 35: TOMA DE DATOS ENSAYO DE COMPRESIÓN-ADOBE TRADICIONAL

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
<b>RESPONSABLES:</b>	CARLOS DANILO CALLASI VENERO		
	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS		
<b>FECHA:</b>	29/06/2017 AL 30/06/2017		
<b>LUGAR:</b>	LABORATORIO DE SUELOS - UAC		
<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESION		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOBE TRADICIONAL			
ESPÉCIMEN	CARGA MÁXIMA (Kgf)	ÁREA (Cm2)	F'o (Kg/Cm2)
1	4820	474.30	
2	4750	480.42	
3	4660	491.40	
4	4590	474.24	
5	4380	477.28	
6	4870	478.95	
<b>PROMEDIO</b>			

(FUENTE : Elaboración Propia)

3.5.3.10.3.2. UNIDAD ADOBE ESTABILIZADO AL 5%

TABLA 36: TOMA DE DATOS ENSAYO DE COMPRESIÓN -ADOBE ESTABILIZADO AL 5%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
<b>RESPONSABLES:</b>	CARLOS DANILO CALLASI VENERO		
	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS		
<b>FECHA:</b>	29/06/2017 AL 30/06/2017		
<b>LUGAR:</b>	LABORATORIO DE SUELOS - UAC		
<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESION		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE- ADOBE ESTABILIZADO AL 5%			
ESPÉCIMEN	CARGA MÁXIMA (Kgf)	ÁREA (Cm2)	F'o (Kg/Cm2)
1	6980	462.08	
2	7150	471.24	
3	7030	460.55	
4	7300	463.57	
5	6620	469.68	
6	6450	466.59	
<b>PROMEDIO</b>			

(FUENTE : Elaboración Propia)

3.5.3.10.3.3. UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO AL 10%

TABLA 37: TOMA DE DATOS ENSAYO DE COMPRESIÓN -ADOBE ESTABILIZADO AL 10%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
<b>RESPONSABLES:</b>	CARLOS DANILO CALLASI VENERO		
	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS		
<b>FECHA:</b>	29/06/2017 AL 30/06/2017		
<b>LUGAR:</b>	LABORATORIO DE SUELOS - UAC		
<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESION		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOBE ESTABILIZADO AL 10%			
ESPÉCIMEN	CARGA MÁXIMA (Kgf)	ÁREA (Cm2)	F'o (Kg/Cm2)
1	8340	472.78	
2	8610	456.00	
3	8270	465.12	
4	8270	451.50	
5	8140	465.08	
6	7420	465.08	
<b>PROMEDIO</b>			

(FUENTE : Elaboración Propia)





### 3.6. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS


#### 3.6.1. ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG (LIMITE LÍQUIDO Y LIMITE PLÁSTICO)

##### 3.6.1.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA PRUEBA

- Una vez tomado los datos para cada prueba (límite líquido y límite plástico) se procede a calcular los límites de cada uno de ellos, así como también el índice de plasticidad que posee nuestro material ensayado.
- Para el caso de limite liquido se procede a hallar el contenido de humedad para cada número de golpes que se ensayó, luego se calcula el contenido de humedad que posee dicho material a 25 golpes el cual este será el limite liquido final.
- Para el caso de límite plástico se procede a calcular el contenido de humedad para cada caso ensayado y finalmente se procede a calcular el promedio de ambos para hallar el límite plástico de nuestro material.
- Una vez obtenidos los limites, se procede a hallar el índice de plasticidad, el cual simplemente es la diferencia del límite líquido y limite plástico tal como se muestra en la tabla siguiente.



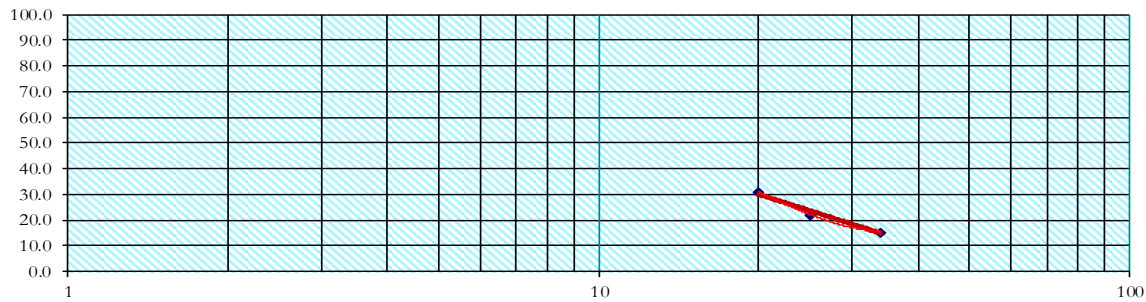
TABLA 38: ANÁLISIS DE DATOS -LIMITES DE ATTERBERG

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO									
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
<b>RESPONSABLES</b>		CARLOS DANILO CALLASI VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS							
<b>LUGAR :</b>		LABORATORIO DE SUELOS							
<b>FECHA</b>		14/06/2017							
<b>ENSAYO</b>		LIMITES DE ATTERBERG							
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>		Norma :			ASTM D 4318				
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>		Norma :			ASTM D 4319				
<b>PESOS</b>		<b>Unid.</b>	<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>			<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>		<b>LÍMITES DE CONSISTENCIA</b> Límite Líquido: LL = 23.70% Límite Plástico: LP = 20.13% Índice de Plasticidad : IP = 3.57% Contenido de Humedad : Wn = <b>22.89%</b> Grado de Consistencia : Kw = 0.23 Grado de Consistencia : Líquida	
			1	2	3	1	2		
Peso Tara + Muestra Húmeda		gr.	39.80	36.70	41.10	18.90	20.50		
Peso Tara + Muestra Seca		gr.	36.60	32.90	35.10	18.44	19.83		
Peso de la Tara		gr.	16.00	15.80	15.70	16.00	16.70		
Peso de la Muestra Seca		gr.	20.60	17.10	19.40	2.44	3.13		
Peso del Agua		gr.	3.20	3.80	6.00	0.46	0.67		
Contenido de Humedad		%	15.53	22.22	30.93	18.85	21.41		
Número de Golpes			34	25	20	Promedio :	20.13		
<b>Número de Golpes</b>	<b>Contenido de Humedad (%)</b>								
34	15.53								
25	22.22								
20	30.93								
<b>Número de Golpes</b>	<b>Contenido de Humedad (%)</b>								
25	23.698								
<b>GRADO DE CONSISTENCIA</b>									
Kw > 1.00	" Sólida"								
Kw > 0.75	"Semi-Sólida"								
Kw > 0.50	"Plástica"								
Kw > 0.00	"Líquida"								

Contenido de Humedad ( % )

### LÍMITE LÍQUIDO



Número de golpes

(FUENTE : Elaboración Propia)

3.6.2. ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

3.6.2.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA PRUEBA

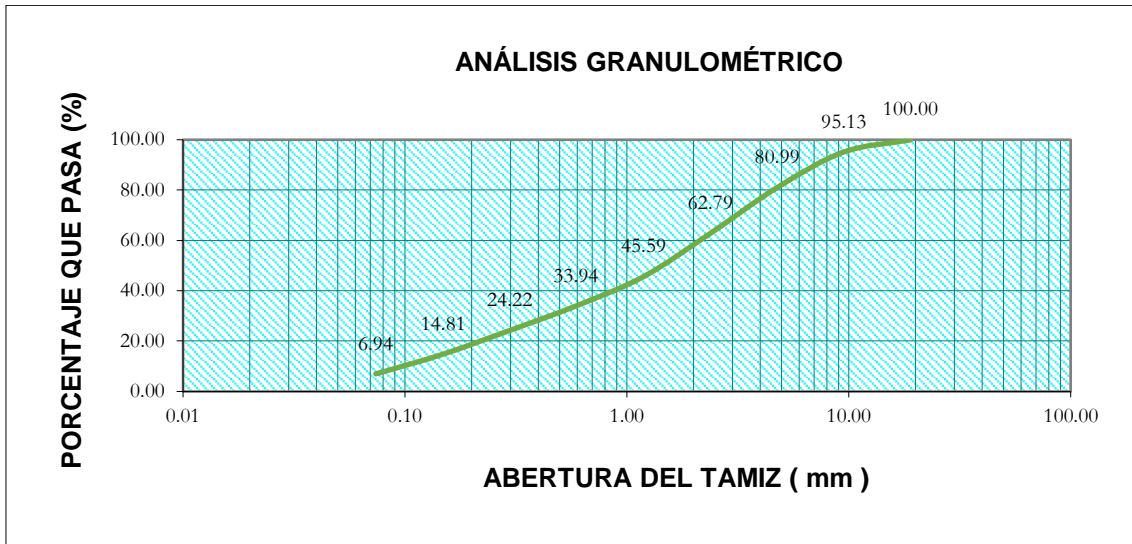
- Consiste en determinar la proporción relativa en peso de los diferentes tamaños de granos de suelo, definidos por las aberturas de mallas utilizadas, de acuerdo a la clasificación unificada de Suelos (SUCS).
- Una vez que se tiene los pesos retenidos en cada tamiz utilizado, se procede a realizar el cálculo del porcentaje de peso retenido de dicho material en cada serie de tamiz.
- Después del cálculo de porcentaje retenido, se procede a calcular el porcentaje retenido acumulado para cada tamiz y luego se procedió a calcular el porcentaje que pasa cada serie de tamiz el cual utilizaremos para poder hallar nuestra curva granulométrica.
- Finalmente se procedió a hallar el material que constituye nuestra muestra según el sistema de clasificación de suelos AASHTO el cual depende del porcentaje que pasa en algunas series de tamices así como los límites de atterberg, tal como se muestra en los gráficos.

TABLA 39 : ANÁLISIS DE DATOS - GRANULOMETRÍA

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO					
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
RESPONSABLES	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS CARLOS DANILO CALLASI VENERO				
FECHA	16/06/2017				
LUGAR	LABORATORIO DE SUELOS				
ENSAYO	GRANULOMETRÍA				
<b>GRANULOMETRÍA</b>					
Peso Inicial de la Muestra				500.00	gr.
Peso de la Muestra Después del Secado en Horno				493.31	gr.
TAMIZ	ABERTURA ( mm )	PESO RETENIDO ( gr. )	PORCENTAJE DE PESO RETENIDO ( % )	PORCENTAJE DE PESO RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
3/4"	19.050	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	24.03	4.87	4.87	95.13
# 4	4.760	69.76	14.14	19.01	80.99
# 8	2.380	89.77	18.20	37.21	62.79
# 16	1.190	84.84	17.20	54.41	45.59
# 30	0.590	57.48	11.65	66.06	33.94
# 50	0.297	47.97	9.72	75.78	24.22
# 100	0.149	46.38	9.40	85.19	14.81
# 200	0.074	38.85	7.88	93.06	6.94
<b>FONDO</b>		<b>34.23</b>	6.94	100.00	0.00
<b>Total Retenido :</b>		493.31	100.00		

(FUENTE : Elaboración Propia)

FIGURA 95 : CURVA GRANULOMÉTRICA



(FUENTE : Elaboración Propia)

TABLA 40: SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AASHTO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO											
CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIALES GRANULARES (35% o menos que pasa el tamiz N° 200)						MATERIALES LIMO ARCILLOSOS (Mas del 35% pasa el tamiz N° 200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
SUBGRUPOS	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5
Porcentaje que pasa el tamiz : N° 10 (2.00mm) N° 40 (0.425mm) N° 200 (0.075mm)	50 máx. 30 máx. 15 máx.	- 50 máx. 25 máx.	- 51 mín. 10 máx.	- 35 máx.	- 35 máx.	- 35 máx.	- 35 máx.	- 36 mín.	- 36 mín.	- 36 mín.	-
características del material que pasa el tamiz N° 40 (0.425mm): Límite líquido Índice de plasticidad	- 6 máx.		NP	40 máx. 10 máx.	41 mín. 10 máx.	40 máx. 11 mín.	41 mín. 11 mín.	40 máx. 10 máx.	41 mín. 10 máx.	40 máx. 11 mín.	41 mín. 11 mín.*
Constituyentes principales	fragmentos de roca, grava y arena.		arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Terreno de fundación	Excelente a bueno		excelente a bueno	Excelente a bueno				Excelente a bueno			

\* El índice de plasticidad del sub grupo A-7-5, es igual o menor a LL- 30.  
El índice de plasticidad del sub grupo A-7-6, es mayor que LL- 30.

(AASHTO M 145, 2000)

- Como se puede apreciar en la tabla anterior, se puede ver que según el sistema de clasificación de suelos AASHTO nuestro material es de tipo A-2-4.

TABLA 41 : CLASIFICACIÓN AASHTO

<b>TIPO DE MATERIAL SEGÚN CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO</b>	<b>A-2-4</b>
<b>GRAVA Y ARENA ARCILLOSA O LIMOSA</b>	

(FUENTE : Elaboración Propia

### 3.6.3. ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL

#### 3.6.3.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA PRUEBA

- Una vez terminado las mediciones de nuestras muestras se procede a realizar los promedios del largo, ancho y la altura de cada tipo de adobe ensayado.
- Posteriormente se procedió a identificar el largo, ancho y altura mínima que poseen nuestras muestras para que así se pueda calcular los porcentajes de variación para cada tipo de adobe ensayado.
- Finalmente se halla el área promedio de cada tipo de unidad ensayada.



TABLA 42 : ANÁLISIS DE DATOS – VARIABILIDAD DIMENSIONAL ADOBE TRADICIONAL

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO													
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA													
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL													
RESPONSABLES:	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS												
	CARLOS DANILO CALLASI VENERO												
FECHA:	20/06/2017												
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS												
ENSAYO:	VARIABILIDAD DIMENSIONAL												
VARIABILIDAD DIMENSIONAL - ADOBE TRADICIONAL													
MUESTRA	LARGO (cm)				ANCHO (cm)				ALTURA (cm)				ÁREA (PROMEDIO) (cm <sup>2</sup> )
	L1	L2	L3	PROM.	L1	L2	L3	PROM.	L1	L2	L3	PROM.	
1	30.500	30.600	30.400	<b>30.500</b>	15.400	15.500	15.400	<b>15.433</b>	8.200	8.000	8.300	<b>8.167</b>	249.083
2	30.800	30.600	30.500	<b>30.633</b>	15.800	15.700	15.700	<b>15.733</b>	8.000	8.100	8.100	<b>8.067</b>	247.109
3	31.300	31.500	31.300	<b>31.367</b>	15.800	15.600	15.800	<b>15.733</b>	8.100	7.800	8.000	<b>7.967</b>	249.888
4	30.800	31.200	31.400	<b>31.133</b>	15.200	15.200	15.400	<b>15.267</b>	8.200	7.900	7.800	<b>7.967</b>	248.029
5	31.100	31.400	31.000	<b>31.167</b>	15.200	15.200	15.400	<b>15.267</b>	8.200	7.700	7.800	<b>7.900</b>	246.217
6	31.200	30.900	31.300	<b>31.133</b>	15.700	15.500	15.600	<b>15.600</b>	7.500	7.500	7.700	<b>7.567</b>	235.576
	LARGO PROMEDIO (cm.)			30.989	ANCHO PROMEDIO (cm.)			15.506	ALTURA PROMEDIO (cm.)			7.939	
	LARGO MÍNIMO (cm.)			30.400	ANCHO MÍNIMO (cm.)			15.200	ALTURA MÍNIMA (cm.)			7.500	
	PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%)			3.550	PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%)			3.870	PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%)			10.077	

(FUENTE : Elaboración Propia)




TABLA 43 : ANÁLISIS DE DATOS – VARIABILIDAD DIMENSIONAL ADOBE ESTABILIZADO AL 5%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO													
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA													
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL													
RESPONSABLES:	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS												
	CARLOS DANILO CALLASI VENERO												
FECHA:	20/06/2017												
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS												
ENSAYO:	VARIABILIDAD DIMENSIONAL												
VARIABILIDAD DIMENSIONAL - ADOBE ESTABILIZADO CON ASFALTO AL 5%													
MUESTRA	LARGO (cm)				ANCHO (cm)				ALTURA (cm)				ÁREA (PROMEDIO) (cm <sup>2</sup> )
	L1	L2	L3	PROM.	L1	L2	L3	PROM.	L1	L2	L3	PROM.	
1	30.400	30.400	30.700	<b>30.500</b>	15.100	15.200	15.100	<b>15.133</b>	7.900	8.000	7.900	<b>7.933</b>	241.967
2	30.500	30.600	30.600	<b>30.567</b>	15.500	15.400	15.400	<b>15.433</b>	7.900	7.800	7.700	<b>7.800</b>	238.420
3	30.400	30.500	30.300	<b>30.400</b>	15.200	15.100	15.000	<b>15.100</b>	7.700	8.000	7.700	<b>7.800</b>	237.120
4	29.900	30.700	30.800	<b>30.467</b>	15.300	15.100	15.000	<b>15.133</b>	7.800	7.700	7.700	<b>7.733</b>	235.609
5	30.800	30.900	30.400	<b>30.700</b>	15.200	15.200	15.300	<b>15.233</b>	7.800	8.500	8.000	<b>8.100</b>	248.670
6	30.400	30.900	31.100	<b>30.800</b>	15.100	15.100	15.100	<b>15.100</b>	8.000	8.000	7.900	<b>7.967</b>	245.373
	LARGO PROMEDIO (cm.)			<b>30.572</b>	ANCHO PROMEDIO (cm.)			<b>15.189</b>	ALTURA PROMEDIO (cm.)			<b>7.889</b>	
	LARGO MÍNIMO (cm.)			<b>29.900</b>	ANCHO MÍNIMO (cm.)			<b>15.000</b>	ALTURA MÍNIMA (cm.)			<b>7.700</b>	
	PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%)			<b>3.925</b>	PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%)			<b>3.292</b>	PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%)			<b>10.141</b>	

(FUENTE : Elaboración Propia)



TABLA 44 : ANÁLISIS DE DATOS – VARIABILIDAD DIMENSIONAL ADOBE ESTABILIZADO AL 10%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO													
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA													
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL													
RESPONSABLES:	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS												
	CARLOS DANILO CALLASI VENERO												
FECHA:	20/06/2017												
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS												
ENSAYO:	VARIABILIDAD DIMENSIONAL												
VARIABILIDAD DIMENSIONAL - ADOBE ESTABILIZADO CON ASFALTO AL 10%													
MUESTRA	LARGO (cm)				ANCHO (cm)				ALTURA (cm)				ÁREA (PROMEDIO) (cm <sup>2</sup> )
	L1	L2	L3	PROM.	L1	L2	L3	PROM.	L1	L2	L3	PROM.	
1	30.8	30.7	30.9	30.800	15.2	15.4	15.4	15.333	8.1	8	8.5	8.200	252.560
2	30.3	30.4	30.3	30.333	15.2	15	15.1	15.100	8.3	8.5	8.3	8.367	253.789
3	30.3	30.6	30.6	30.500	15.5	15.2	15.3	15.333	8.5	7.8	7.7	8.000	244.000
4	30.2	30.1	30.1	30.133	14.9	15	15	14.967	8	8	7.8	7.933	239.058
5	31.1	30.8	30.6	30.833	15.5	15.1	15.4	15.333	7.7	8.4	8.5	8.200	252.833
6	30.7	30.8	30.5	30.667	15.3	15.1	15.2	15.200	7.8	7.7	8	7.833	240.222
	LARGO PROMEDIO (cm.)			30.544	ANCHO PROMEDIO (cm.)			15.211	ALTURA PROMEDIO (cm.)			8.089	
	LARGO MÍNIMO (cm.)			30.1	ANCHO MÍNIMO (cm.)			14.9	ALTURA MÍNIMA (cm.)			7.7	
	PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%)			3.27	PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%)			3.94	PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%)			9.89	

(FUENTE : Elaboración Propia)




3.6.4. ENSAYO DE ALABEO

3.6.4.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA PRUEBA

- Una vez terminado nuestro ensayo de alabeo se procede a realizar los cálculos de dicho ensayo, para el cual se procedió a realizar el cálculo del promedio de la convexidad y concavidad de nuestras unidades de adobe.
- Finalmente se procede a realizar el alabeo promedio que posee cada tipo de unidad ensayada.

TABLA 45 : ANÁLISIS DE DATOS – ALABEO ADOBE TRADICIONAL

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO				
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA				
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
RESPONSABLES:	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS			
	CARLOS DANILO CALLASI VENERO			
FECHA:	21/06/2017			
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS			
ENSAYO:	ALABEO			
ALABEO ADOBE TRADICIONAL				
ESPÉCIMEN	CARA A		CARA B	
	CÓNCAVO (mm.)	CONVEXO (mm.)	CÓNCAVO (mm.)	CONVEXO (mm.)
1	3.7	-	1.8	-
2	3.3	-	3	-
3	5	-	3.6	-
4	2	-	4.2	-
5	1.1	-	2	-
6	4	-	3	-
PROMEDIO (mm.)	3.183	-	2.933	-
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm.)	3.06			
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm.)	-			
ALABEO PROMEDIO (mm.)	3.06			


(FUENTE : Elaboración Propia)

TABLA 46 : ANÁLISIS DE DATOS –ALABEO ADOBE ESTABILIZADO AL 5%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO				
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA				
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
RESPONSABLES:	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS			
	CARLOS DANILO CALLASI VENERO			
FECHA:	21/06/2017			
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS			
ENSAYO:	ALABEO			
ALABEO ESTABILIZADO AL 5%				
ESPÉCIMEN	CARA A		CARA B	
	CÓNCAVO (mm.)	CONVEXO (mm.)	CÓNCAVO (mm.)	CONVEXO (mm.)
1	2.5	-	4	-
2	3.9	-	2.1	-
3	3.5	-	1.5	-
4	4	-	3	-
5	2.2	-	4.6	-
6	1	-	2.9	-
PROMEDIO (mm.)	2.85	-	3.02	-
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm.)	2.93			
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm.)	-			
ALABEO PROMEDIO (mm.)	2.93			

(FUENTE : Elaboración Propia)

TABLA 47 : ANÁLISIS DE DATOS –ALABEO ADOBE ESTABILIZADO AL 10%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO				
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA				
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
RESPONSABLES:	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS			
	CARLOS DANILO CALLASI VENERO			
FECHA:	21/06/2017			
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS			
ENSAYO:	ALABEO			
ALABEO ESTABILIZADO AL 10%				
ESPÉCIMEN	CARA A		CARA B	
	CÓNCAVO (mm.)	CONVEXO (mm.)	CÓNCAVO (mm.)	CONVEXO (mm.)
1	2.9	-	2.8	-
2	3.6	-	4	-
3	3.7	-	1.2	-
4	3.5	-	5	-
5	2.2	-	1.5	-
6	1.9	-	1.9	-
PROMEDIO (mm.)	2.967	-	2.733	-
CONCAVIDAD PROMEDIO (mm.)	2.85			
CONVEXIDAD PROMEDIO (mm.)	-			
ALABEO PROMEDIO (mm.)	2.85			

(FUENTE : Elaboración Propia)



### 3.6.5. ENSAYO DE SUCCIÓN

#### 3.6.5.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA PRUEBA

- Una vez tomado los datos del ensayo de succión se procedió a hallar la cantidad de agua que cada tipo de unidad de adobe succiona.
- Para hallar la cantidad de succión se halló con la siguiente ecuación el cual especifica en la norma como se muestra a continuación:

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

Donde:

- S = Succión normalizada a un área de 200 cm<sup>2</sup>.
- W = Diferencia de pesos del espécimen entre el estado húmedo y seco (gr).
- L = Longitud del espécimen (cm).
- B = Ancho del espécimen (cm).



TABLA 48 : ANÁLISIS DE DATOS –SUCCIÓN ADOBE TRADICIONAL


UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA							
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
RESPONSABLES:	CARLOS DANILO CALLASI VENERO						
	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS						
FECHA:	10/06/2017						
LUGAR:	URB. QUISPIQUILLA LT.3 - VÍA EXPRESA						
ENSAYO:	SUCCIÓN						
<b>SUCCIÓN ADOBE TRADICIONAL</b>							
ESPÉCIMEN	PESO SECO (gr.)	LARGO (cm.)	ANCHO (cm.)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	TIEMPO DE SUCCIÓN (min.)	PESO CON AGUA SUCCIONADA (gr.)	SUCCIÓN (gr./min./200cm <sup>2</sup> )
1	6500	15.5	30.7	475.85	1	6545	18.91
2	6520	15.6	31.1	485.16	1	6565	18.55
3	6830	15.5	31	480.5	1	6875	18.73
4	6530	15.4	31.6	486.64	1	6575	18.49
5	6860	15.4	31.3	482.02	1	6900	16.60
6	6875	15.7	31.2	489.84	1	6920	18.37
<b>PROMEDIO</b>	6685.83	15.52	31.15	483.34	1.00	6730.00	18.28



(FUENTE : Elaboración Propia)




TABLA 49 : ANÁLISIS DE DATOS –SUCCIÓN ADOBE ESTABILIZADO AL 5%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA							
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
RESPONSABLES:	CARLOS DANILO CALLASI VENERO						
	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS						
FECHA:	10/06/2017						
LUGAR:	URB. QUISPIQUILLA LT.3 - VÍA EXPRESA						
ENSAYO:	SUCCIÓN						
SUCCIÓN ADOBE ESTABILIZADO AL 5%							
ESPÉCIMEN	PESO SECO (gr.)	LARGO (cm.)	ANCHO (cm.)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	TIEMPO DE SUCCIÓN (min.)	PESO CON AGUA SUCCIONADA (gr.)	SUCCIÓN (gr./min./200cm <sup>2</sup> )
1	6150	15.6	31	483.6	1	6175	10.34
2	6135	15	31.2	468	1	6165	12.82
3	6265	15.3	30.8	471.24	1	6290	10.61
4	6380	15.5	31.2	483.6	1	6400	8.27
5	6290	15.5	31.1	482.05	1	6305	6.22
6	6525	15.2	30.9	469.68	1	6550	10.65
<b>PROMEDIO</b>	6290.83	15.35	31.03	476.36	1.00	6314.17	9.82

(FUENTE : Elaboración Propia)



TABLA 50 : ANÁLISIS DE DATOS –SUCCIÓN ADOBE ESTABILIZADO AL 10%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA							
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
RESPONSABLES:	CARLOS DANILO CALLASI VENERO						
	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS						
FECHA:	10/06/2017						
LUGAR:	URB. QUISPIQUILLA LT.3 - VÍA EXPRESA						
ENSAYO:	SUCCIÓN						
SUCCIÓN ADOBE ESTABILIZADO AL 10%							
ESPÉCIMEN	PESO SECO (gr.)	LARGO (cm.)	ANCHO (cm.)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	TIEMPO DE SUCCIÓN (min.)	PESO CON AGUA SUCCIONADA (gr.)	SUCCIÓN (gr./min./200cm <sup>2</sup> )
1	6505	15.3	30.3	463.59	1	6525	8.63
2	6605	15.2	30.8	468.16	1	6620	6.41
3	6455	15.1	29.5	445.45	1	6470	6.73
4	6530	15.2	30	456	1	6545	6.58
5	6560	14.9	30	447	1	6575	6.71
6	6525	15.2	31.1	472.72	1	6535	4.23
<b>PROMEDIO</b>	6530.00	15.15	30.28	458.82	1.00	6545.00	6.55

(FUENTE : Elaboración Propia)



### 3.6.6. ENSAYO DE ABSORCIÓN

#### 3.6.6.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA PRUEBA

- Se procedió a hallar el porcentaje de absorción de cada tipo de unidad de adobe, así como también el porcentaje de absorción promedio de cada tipo de unidad de adobe, el porcentaje de absorción se halló de acuerdo a la siguiente ecuación:

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

Donde:

- $W_d$  = Peso seco del espécimen.
- $W_s$  = Peso del espécimen saturado, después de la inmersión en agua fría durante 24 horas según sea el caso.



TABLA 51 : ANÁLISIS DE DATOS –ABSORCIÓN ADOBE TRADICIONAL

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO									
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
RESPONSABLES:	CARLOS DANILLO CALLASI VENERO								
	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS								
FECHA:	10/06/2017 a 12/06/2017								
LUGAR:	URB. QUISPIQUILLA LT.3 - VÍA EXPRESA								
ENSAYO:	ABSORCIÓN								
									
ABSORCIÓN - ADOBE TRADICIONAL									
ESPÉCIMEN	PESO SECO (gr.)	PESO SATURADO (gr.) 1hr	ABSORCIÓN (%)	PESO SATURADO (gr.) 6hrs.	ABSORCIÓN (%)	PESO SATURADO (gr.) 12 hrs.	ABSORCIÓN (%)	PESO SATURADO (gr.) 24hrs	ABSORCIÓN (%)
1	6.65	-	-	-	-	-	-	-	-
2	6.955	-	-	-	-	-	-	-	-
3	6.565	-	-	-	-	-	-	-	-
4	6.69	-	-	-	-	-	-	-	-
5	6.875	-	-	-	-	-	-	-	-
6	6.525	-	-	-	-	-	-	-	-
PROMEDIO	6.71	-	-	-	-	-	-	-	-
OJO: No se registraron resultados para adobe tradicional ya que dichos adobes no resistieron la prueba de Absorción									

(FUENTE : Elaboración Propia





TABLA 52 : ANÁLISIS DE DATOS – ABSORCIÓN ADOBE ESTABILIZADO AL 5%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO									
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
RESPONSABLES:	CARLOS DANILO CALLASI VENERO								
	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS								
FECHA:	10/06/2017 a 12/06/2017								
LUGAR:	URB. QUISPIQUILLA LT.3 - VÍA EXPRESA								
ENSAYO:	ABSORCIÓN								
									
ABSORCIÓN - ADOBE ESTABILIZADO AL 5 %									
ESPÉCIMEN	PESO SECO (gr.)	PESO SATURADO (gr.) 1hr	ABSORCIÓN (%)	PESO SATURADO (gr.) 6hrs.	ABSORCIÓN (%)	PESO SATURADO (gr.) 12 hrs.	ABSORCIÓN (%)	PESO SATURADO (gr.) 24hrs	ABSORCIÓN (%)
1	6.360	6.565	3.223	6.680	5.031	6.730	5.818	6.745	6.053
2	6.365	6.520	2.435	6.605	3.771	6.675	4.870	6.720	5.577
3	6.370	6.545	2.747	6.440	1.099	6.415	0.706	-	-
4	6.065	6.290	3.710	6.320	4.204	6.260	3.215	-	-
5	6.215	6.515	4.827	6.675	7.401	6.710	7.965	6.735	8.367
6	6.530	6.725	2.986	6.795	4.058	6.550	0.306	-	-
PROMEDIO	6.318	6.527	3.321	6.586	4.261	6.557	3.813	6.733	6.666

(FUENTE : Elaboración Propia)



TABLA 53 : ANÁLISIS DE DATOS – ABSORCIÓN ADOBE ESTABILIZADO AL 10%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO									
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
RESPONSABLES:	CARLOS DANILO CALLASI VENERO								
	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS								
FECHA:	10/06/2017 a 12/06/2017								
LUGAR:	URB. QUISPIQUILLA LT.3 - VÍA EXPRESA								
ENSAYO:	ABSORCIÓN								
									
ABSORCIÓN ADOBE ESTABILIZADO AL 10%									
ESPÉCIMEN	PESO SECO (gr.)	PESO SATURADO (gr.) 1hr	ABSORCIÓN (%)	PESO SATURADO (gr.) 6hrs.	ABSORCIÓN (%)	PESO SATURADO (gr.) 12 hrs.	ABSORCIÓN (%)	PESO SATURADO (gr.) 24hrs	ABSORCIÓN (%)
1	6.345	6.395	0.788	6.32	-0.394	6.305	-0.630	6.285	-0.946
2	6.635	6.685	0.754	6.485	-2.261	6.5	-2.035	6.535	-1.507
3	6.785	6.88	1.400	6.895	1.621	6.945	2.358	7.005	3.242
4	6.37	6.465	1.491	6.47	1.570	6.47	1.570	6.47	1.570
5	6.325	6.405	1.265	6.405	1.265	6.5	2.767	6.545	3.478
6	6.645	6.715	1.053	6.725	1.204	6.745	1.505	6.79	2.182
PROMEDIO	6.518	6.591	1.125	6.550	0.501	6.578	0.922	6.605	1.337

(FUENTE : Elaboración Propia)

3.6.7. ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA (SAET)

3.6.7.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA PRUEBA

- Se procede a comparar de acuerdo al nivel de oquedad que generó dicho ensayo si cada tipo de unidad de adobe tiene una resistencia nula, baja, medio o alta : de acuerdo a la siguiente tabla

TABLA 54 : NIVEL DE OQUEDAD - SAET

PROPIEDAD	CRITERIO	RESISTENCIA
D, (profundidad de la oquedad, en mm)	$0 > D > 5$	Alta
	$5 > D > 10$	MEDIA
	$10 > D > 20$	BAJA
	$D > 20$	BAJA A NULA


(FUENTE : Elaboración Propia)

TABLA 55 : ANÁLISIS DE DATOS – (SAET) ADOBE TRADICIONAL

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO					
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
RESPONSABLES:	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS				
	CARLOS DANILO CALLASI VENERO				
FECHA:	22/06/2017 AL 23/06/2017				
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS				
ENSAYO:	EROSIÓN ACELERADA (SAET)				
EROSIÓN ACELERADA (SAET) - ADOBE TRADICIONAL					
ESPÉCIMEN	CAUDAL (ml/min.)	TIEMPO (min.)	OQUEDAD (mm.)	NIVEL DE RESISTENCIA	OBSERVACIONES
1	625	10	35	BAJA A CASI NULA	Absorbe una considerable cantidad de agua, así como también el adobe empieza a fallar a causa del impacto del agua.
2	625	10	37	BAJA A CASI NULA	
3	625	10	20	BAJA A CASI NULA	
4	625	10	28	BAJA A CASI NULA	
5	625	10	32	BAJA A CASI NULA	
6	625	10	33	BAJA A CASI NULA	
PROMEDIO	625	10	30.83	BAJA A CASI NULA	

(FUENTE : Elaboración Propia)

TABLA 56 : ANÁLISIS DE DATOS – (SAET) ADOBE ESTABILIZADO AL 5%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO					
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
RESPONSABLES:	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS				
	CARLOS DANILO CALLASI VENERO				
FECHA:	22/06/2017 AL 23/06/2017				
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS				
ENSAYO:	EROSIÓN ACELERADA (SAET)				
EROSIÓN ACELERADA (SAET) - ADOBE ESTABILIZADO AL 5%					
ESPÉCIMEN	CAUDAL (ml/min.)	TIEMPO (min.)	OQUEDAD (mm.)	NIVEL DE RESISTENCIA	OBSERVACIONES
1	625	10	2.5	ALTA	La unidad de adobe resiste el impacto del agua, no absorbe una considerable cantidad de agua, no se desmorona.
2	625	10	2	ALTA	
3	625	10	2.5	ALTA	
4	625	10	2.2	ALTA	
5	625	10	1.8	ALTA	
6	625	10	2.7	ALTA	
PROMEDIO	625	10	2.28	ALTA	

(FUENTE : Elaboración Propia)

TABLA 57 : ANÁLISIS DE DATOS – (SAET) ADOBE ESTABILIZADO AL 10%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO					
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
RESPONSABLES:	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS				
	CARLOS DANILO CALLASI VENERO				
FECHA:	22/06/2017 AL 23/06/2017				
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS				
ENSAYO:	EROSIÓN ACELERADA (SAET)				
EROSIÓN ACELERADA (SAET) - ADOBE ESTABILIZADO AL 10%					
ESPÉCIMEN	CAUDAL (ml/min.)	TIEMPO (min.)	OQUEDAD (mm.)	NIVEL DE RESISTENCIA	OBSERVACIONES
1	625	10	2	ALTA	El impacto del agua no causa ningún cambio, la oquedad que genera es mínima.
2	625	10	2	ALTA	
3	625	10	1.5	ALTA	
4	625	10	1.5	ALTA	
5	625	10	1	ALTA	
6	625	10	1.2	ALTA	
PROMEDIO	625	10	1.53	ALTA	

(FUENTE : Elaboración Propia)

3.6.8. ENSAYO DE DESGASTE POR GOTEO

3.6.8.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA PRUEBA

- De igual manera al ensayo anterior, se procede a comparar de acuerdo al nivel de oquedad que generó dicho ensayo si cada tipo de unidad de adobe tiene una resistencia nula, baja, medio o alta de acuerdo al siguiente cuadro:

TABLA 58 : NIVEL DE OQUEDAD – ENSAYO DE DESGASTE POR GOTEO

PROPIEDAD	CRITERIO	RESISTENCIA
D, (profundidad de la oquedad, en mm)	$0 > D > 5$	Alta
	$5 > D > 10$	MEDIA
	$D > 10$	BAJA

(FUENTE : Elaboración Propia)

TABLA 59 : ANÁLISIS DE DATOS – DESGASTE POR GOTEO ADOBE TRADICIONAL

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO					
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
RESPONSABLES:	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS				
	CARLOS DANILO CALLASI VENERO				
FECHA:	22/06/2017 AL 23/06/2017				
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS				
ENSAYO:	EDESgaste POR GOTEO				
DESGASTE POR GOTEO - ADOBE TRADICIONAL					
ESPÉCIMEN	CAUDAL (ml/min.)	TIEMPO (min.)	OQUEDAD (mm.)	NIVEL DE RESISTENCIA	OBSERVACIONES
1	17	10	15	BAJA	Absorbe una cantidad considerable de agua, el goteo genera oquedades de 1.5 cm. como mínimo
2	17	10	13	BAJA	
3	17	10	18	BAJA	
4	17	10	17	BAJA	
5	17	10	19	BAJA	
6	17	10	17	BAJA	
PROMEDIO	17	10	16.5	BAJA	

(FUENTE : Elaboración Propia)

TABLA 60 : ANÁLISIS DE DATOS – DESGASTE POR GOTEADO ADOBE ESTABILIZADO AL 5%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA						
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
RESPONSABLES:	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS					
	CARLOS DANILO CALLASI VENERO					
FECHA:	22/06/2017 AL 23/06/2017					
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS					
ENSAYO:	EDESgaste POR GOTEADO					
DESGASTE POR GOTEADO - ADOBE ESTABILIZADO AL 5%						
ESPÉCIMEN	CAUDAL (ml/min.)	TIEMPO (min.)	QUEDADA (mm.)	NIVEL DE RESISTENCIA	OBSERVACIONES	
1	17	10	2	ALTA	La unidad no sufre cambios considerables a causa del goteado, no absorbe una gran cantidad de agua, la oquedad que genera es mínima.	
2	17	10	1.5	ALTA		
3	17	10	1.3	ALTA		
4	17	10	1.5	ALTA		
5	17	10	1.4	ALTA		
6	17	10	1.6	ALTA		
PROMEDIO	17	10	1.55	ALTA		

(FUENTE : Elaboración Propia)

TABLA 61 : ANÁLISIS DE DATOS – DESGASTE POR GOTEADO ADOBE ESTABILIZADO AL 10%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA						
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
RESPONSABLES:	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS					
	CARLOS DANILO CALLASI VENERO					
FECHA:	22/06/2017 AL 23/06/2017					
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS					
ENSAYO:	EDESgaste POR GOTEADO					
DESGASTE POR GOTEADO - ADOBE ESTABILIZADO AL 10 %						
ESPÉCIMEN	CAUDAL (ml/min.)	TIEMPO (min.)	QUEDADA (mm.)	NIVEL DE RESISTENCIA	OBSERVACIONES	
1	17	10	1	ALTA	La unidad repele el agua, la absorción de la unidad es mínima así como la oquedad que genera.	
2	17	10	1	ALTA		
3	17	10	0.5	ALTA		
4	17	10	0.5	ALTA		
5	17	10	0.5	ALTA		
6	17	10	1	ALTA		
PROMEDIO	17	10	0.75	ALTA		

(FUENTE : Elaboración Propia)

3.6.9. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

3.6.9.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA PRUEBA

- Una vez ensayada las muestra de adobe se procede a calcular la resistencia a la compresión ( $f'o$ ) el cual esta expresada en  $kg/cm^2$
- Para el cálculo de  $f'o$  se procede a dividir la carga máxima (Kgf) entre el área que estuvo en contacto con la máquina de resistencia a la compresión.
- Finalmente se calculó el promedio de la resistencia a la compresión para cada tipo de unidad de adobe.

TABLA 62 : ANÁLISIS DE DATOS – RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ADOBE TRADICIONAL

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
RESPONSABLES:	CARLOS DANILO CALLASI VENERO		
	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS		
FECHA:	29/06/2017 AL 30/06/2017		
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS - UAC		
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOBE TRADICIONAL			
ESPÉCIMEN	CARGA MÁXIMA (Kgf)	ÁREA (Cm2)	F'o (Kg/Cm2)
1	4820	474.30	10.16
2	4750	480.42	9.89
3	4660	491.40	9.48
4	4590	474.24	9.68
5	4380	477.28	9.18
6	4870	478.95	10.17
PROMEDIO	4678.33	479.43	9.76

(FUENTE : Elaboración Propia)

TABLA 63 : ANÁLISIS DE DATOS – RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ADOBE ESTABILIZADO AL 5%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
RESPONSABLES:	CARLOS DANILO CALLASI VENERO		
	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS		
FECHA:	29/06/2017 AL 30/06/2017		
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS - UAC		
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION		
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE- ADOBE ESTABILIZADO AL 5%</b>			
ESPÉCIMEN	CARGA MÁXIMA (Kgf)	ÁREA (Cm2)	F'o (Kg/Cm2)
1	6980	462.08	15.11
2	7150	471.24	15.17
3	7030	460.55	15.26
4	7300	463.57	15.75
5	6620	469.68	14.09
6	6450	466.59	13.82
PROMEDIO	<b>6921.67</b>	<b>465.62</b>	<b>14.87</b>

(FUENTE : Elaboración Propia)

TABLA 64 : ANÁLISIS DE DATOS – RESISTENCIA COMPRESIÓN ADOBE ESTABILIZADO AL 10%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
RESPONSABLES:	CARLOS DANILO CALLASI VENERO		
	VANESSA INGRID ROMERO CUENTAS		
FECHA:	29/06/2017 AL 30/06/2017		
LUGAR:	LABORATORIO DE SUELOS - UAC		
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION		
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOBE ESTABILIZADO AL 10%</b>			
ESPÉCIMEN	CARGA MÁXIMA (Kgf)	ÁREA (Cm2)	F'o (Kg/Cm2)
1	8340	472.78	17.64
2	8610	456.00	18.88
3	8270	465.12	17.78
4	8270	451.50	18.32
5	8140	465.08	17.50
6	7420	465.08	15.95
PROMEDIO	<b>8175.00</b>	<b>462.59</b>	<b>17.68</b>

(FUENTE : Elaboración Propia)





#### 4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS

##### 4.1. ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

- De acuerdo a los resultados que se obtuvieron de limite líquido y limite plástico se pudo concluir que el tipo de material que fue utilizado para elaborar las unidades de adobe tradicional y estabilizado con asfalto es de tipo ARENAS LIMOSAS; dichos resultados fueron analizados de acuerdo a la clasificación de suelos SUCS que se muestra a continuación::

TABLA 65: RESULTADOS - LIMITES DE ATTERBERG

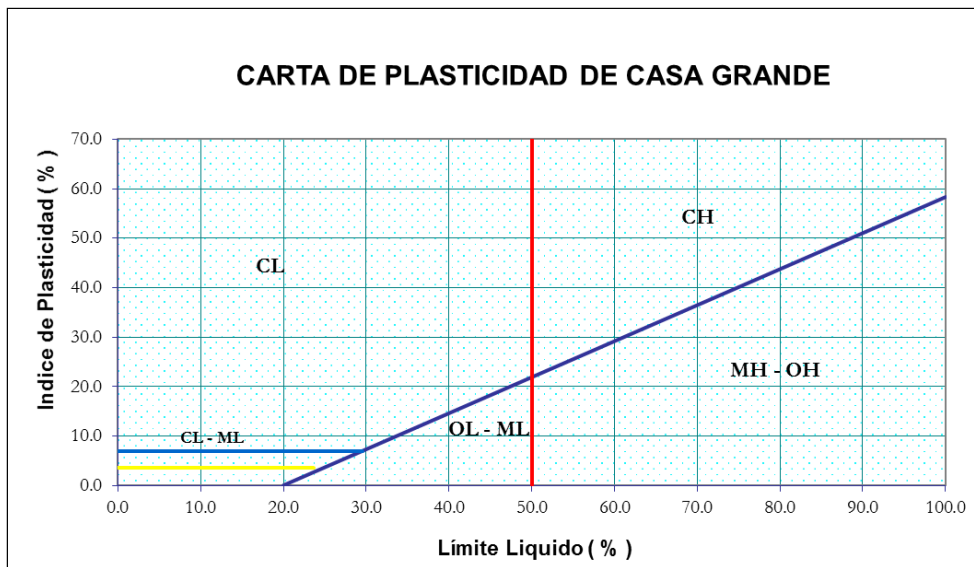
<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>	
Límite Líquido:	LL = 23.70%
Límite Plástico:	LP = 20.13%
Índice de Plasticidad :	IP = 3.57%

(FUENTE : Elaboración Propia)

TABLA 66: RESULTADOS – CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS

DIVISIONES PRINCIPALES		Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO			
SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4.76 mm)	Gravas limpias (sin o con pocos finos)	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue:  $Cu = D_{60}/D_{10} > 4$ $Cc = (D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3  No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.  Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$ . Encima de línea A con $IP$ entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.  Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$ .		
		Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	GP				
		Gravas con finos (apreciable cantidad de finos)	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.			
		Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.	GC				
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4.76 mm)	Arenas limpias (pocos o sin finos)	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	$< 5\% \rightarrow GW, GP, SW, SP$ $> 12\% \rightarrow GM, GC, SM, SC$  $5$ al $12\% \rightarrow$ casos límite que requieren usar doble símbolo.  $Cu = D_{60}/D_{10} > 6$ $Cc = (D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3  Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.  Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$ . Los límites situados en la zona rayada con $IP$ entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan		
		Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	SP				
		Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	SM				
		Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	SC				
		SUELOS DE GRANO FINO	Limos y arcillas: Límite líquido menor de 50	ML		Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad.	
				CL		Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.	
OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.						
Limos y arcillas: Límite líquido mayor de 50	MH		Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.				
	CH		Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.				
	OH		Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.				
Suelos muy orgánicos		PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.				

FIGURA 96 : CARTA DE PLASTICIDAD DE CASA GRANDE



(FUENTE : Elaboración Propia)

TABLA 67: TIPO DE MATERIAL SEGÚN LA GRAFICA DE PLASTICIDAD

TIPO DE MATERIAL
SEGÚN <b>SM</b>
CLASIFICACIÓN DE SUELOS- SUCS
<b>ARENAS LIMOSAS</b>

(FUENTE : Elaboración Propia)

- Dichos resultados nos demuestran que dicho material que fue ensayado y utilizado para la elaboración de las unidades de adobe tradicional y estabilizado con asfalto cumplen con las recomendaciones establecidas en la norma E - 080 para la elaboración de adobes.

4.2. ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

- Los resultados del ensayo de granulometría que se obtuvieron demuestran que de acuerdo al sistema de clasificación de suelos AASHTO nuestro material ensayado es de tipo A-2-4 el cual consiste en tipo de material GRAVA Y ARENA ARCILLOSA O LIMOSA como se muestra a continuación:

TABLA 68 : RESULTADOS – ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

(Pulg.)	(mm.)	(%)	
3/4"	19.05	100.00	ARENAS
3/8"	9.5	95.13	
# 4	4.76	80.99	
# 8	2.38	62.79	
16	1.19	45.59	
30	0.59	33.94	LIMOS
50	0.297	24.22	
100	0.149	14.81	
200	0.074	6.94	ARCILLAS
FONDO		0	

(FUENTE : Elaboración Propia)

TABLA 69: SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AASHTO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO											
CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIALES GRANULARES (35% o menos que pasa el tamiz N° 200)						MATERIALES LIMO ARCILLOSOS (Mas del 35% pasa el tamiz N° 200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
GRUPOS	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5
SUBGRUPOS											
Porcentaje que pasa el tamiz :											
N° 10 (2.00mm)	50 máx.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
N° 40 (0.425mm)	30 máx.	50 máx.	51 mín.	-	-	-	-	-	-	-	
N° 200 (0.075mm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	
características del material que pasa el tamiz N° 40 (0.425mm):											
Límite líquido											
Índice de plasticidad	-		NP	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.*
Índice de plasticidad	6 máx.										
Constituyentes principales	fragmentos de roca, grava y arena.		arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Terreno de fundación	Excelente a bueno		excelente a bueno	Excelente a bueno				Excelente a bueno			

\* El índice de plasticidad del sub grupo A-7-5, es igual o menor a LL- 30.  
El índice de plasticidad del sub grupo A-7-6, es mayor que LL- 30.

(FUENTE : Elaboración Propia)

TABLA 70: RESULTADO – CLASIFICACIÓN AASHTO

TIPO DE MATERIAL  
SEGÚN CLASIFICACIÓN **A-2-4**  
DE SUELOS AASHTO

**GRAVA Y ARENA ARCILLOSA O  
LIMOSA**

(FUENTE : Elaboración Propia)

De acuerdo a la norma E- 080, la gradación del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes: Arenas (55-70%), Limos (15-25%) y Arcillas (10-20%); nuestro material ensayado obtuvo los siguientes resultados:

TABLA 71: RESULTADOS - GRADACIÓN EN PORCENTAJES

<b>ARENAS</b>	<b>54.41%</b>
<b>LIMOS</b>	<b>38.65%</b>
<b>ARCILLAS</b>	<b>6.94%</b>

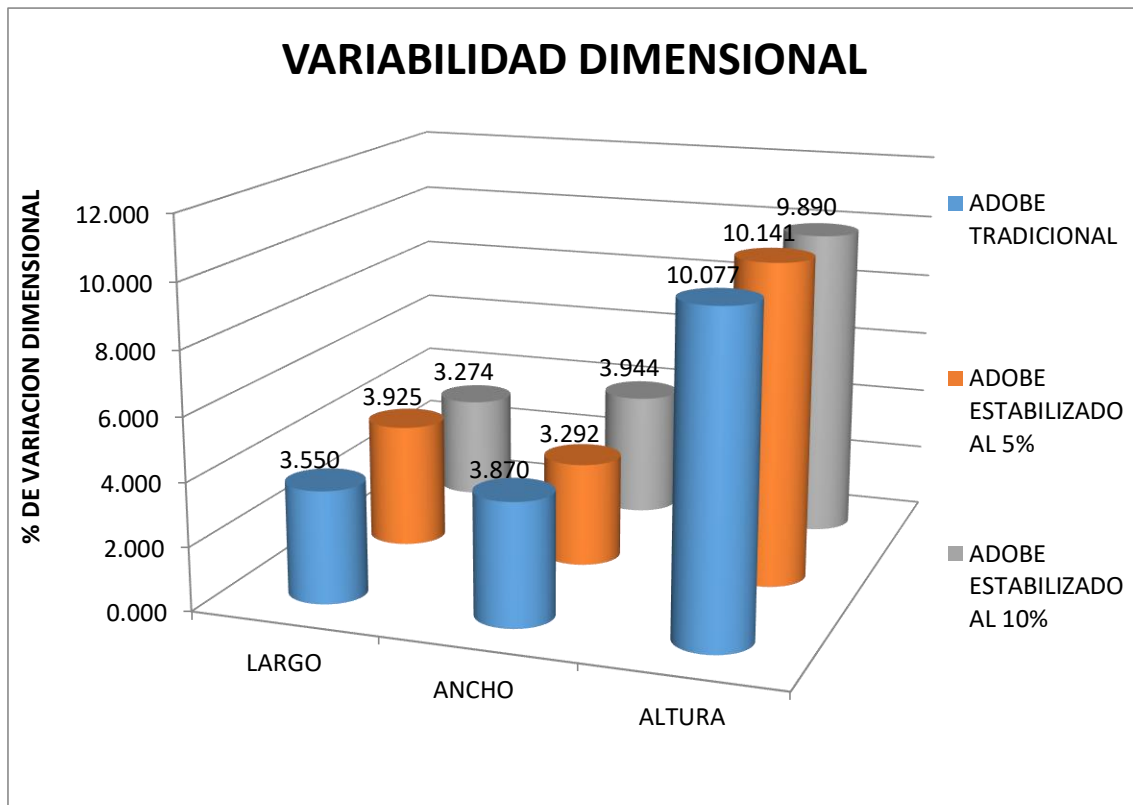
(FUENTE : Elaboración Propia)

- Del cuadro anterior podemos concluir que solo el tipo de material ARENA se aproxima a los porcentajes establecidos en la norma E-080 ya que los demás tipos de material están fuera de los límites establecidos.

#### 4.3. ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL

- Como se pudo ver anteriormente, los porcentajes de variación de largo y ancho para los 3 casos (adobe tradicional, adobe estabilizado con asfalto al 5% y adobe estabilizado con asfalto al 10%) varían como máximo de 3.94% estas variaciones se originan a causa de los MOLDES de madera ya que estos al estar en contacto continuo con el agua tienden a hincharse lo cual genera variaciones en la longitud y el ancho.
- Sin embargo, los porcentajes de variación en la altura para los 3 casos varía considerablemente hasta un 10.14% estas variaciones es generado principalmente debido a la forma de desmoldado, ya que se realiza de abajo para arriba lo cual genera que varíe la altura de dichas unidades.

FIGURA 97 : RESULTADOS - ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL

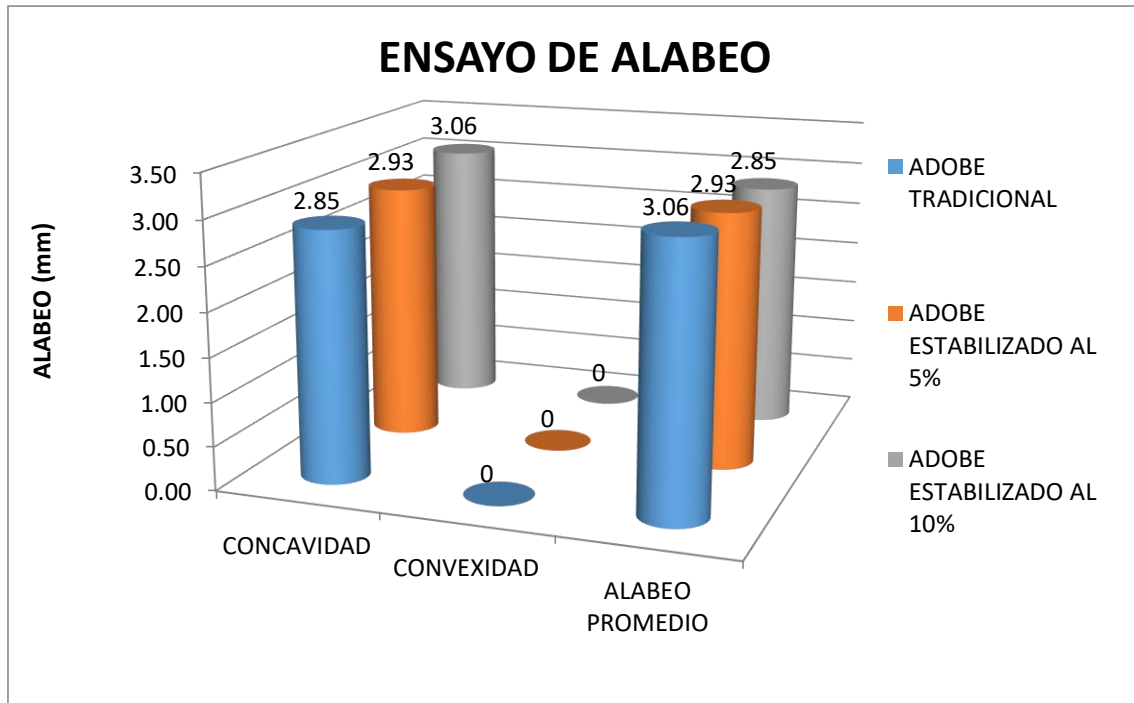


(FUENTE : Elaboración Propia)

#### 4.4. ENSAYO DE ALABEO

- En los resultados del ensayo de alabeo se pudo apreciar que nuestras unidades de adobe (tradicional y estabilizado con asfalto) no presentan un tipo de alabeo tipo convexo; esta condición es generada también a causa del desmoldado de las unidades ya que se realiza de abajo para arriba lo que genera que nuestras unidades tenga una tendencia a ser cóncavas.

FIGURA 98 : RESULTADOS - ENSAYO DE ALABEO

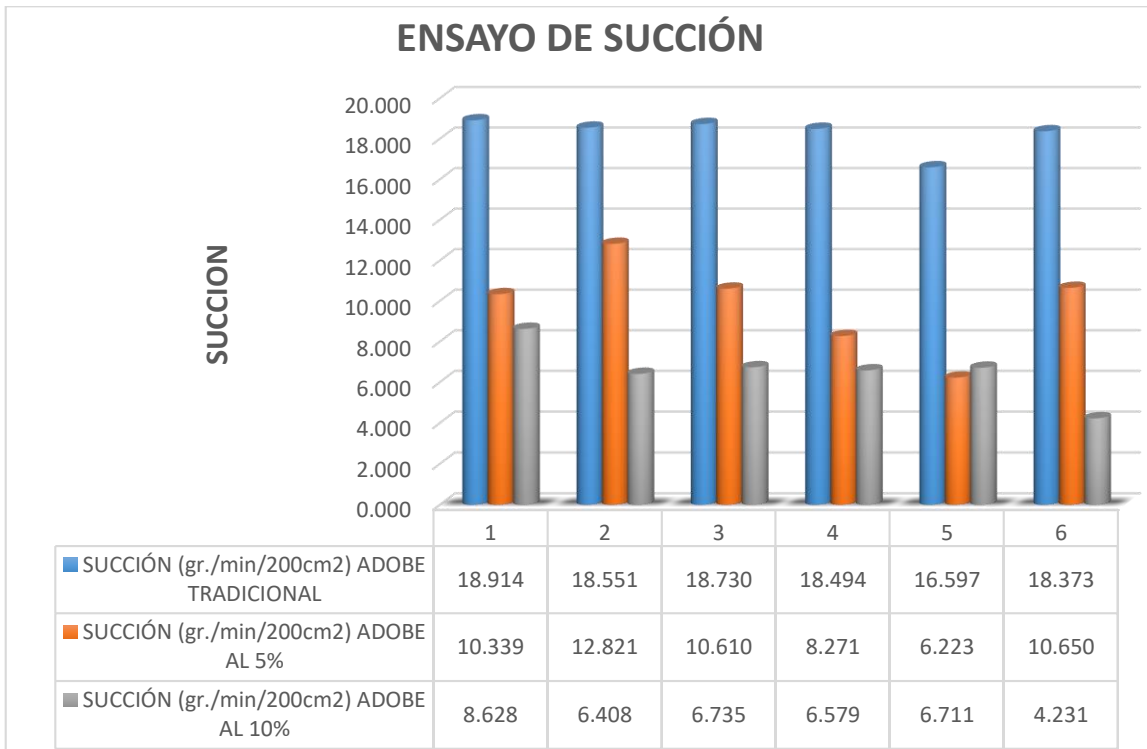


(FUENTE : Elaboración Propia)

#### 4.5. ENSAYO DE SUCCIÓN

- Mediante el ensayo de succión pudimos determinar que las unidades de adobe tradicional succionan mayor cantidad de agua.
- Mientras que las unidades de adobe estabilizado con asfalto al 5% y al 10% poseen propiedades impermeabilizantes que disminuyen la capacidad de absorción de las unidades, como se muestra en el siguiente gráfico :

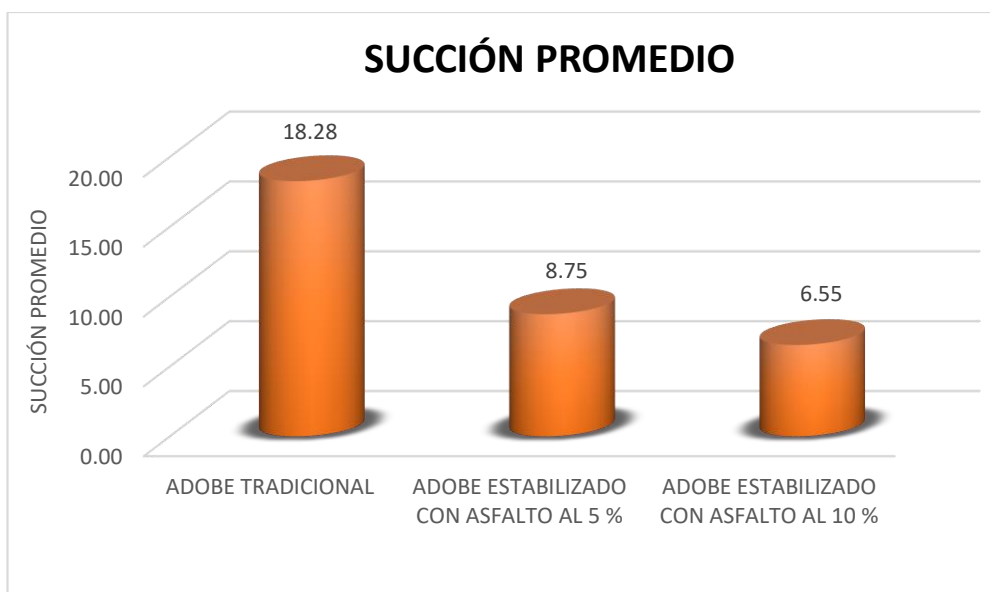
FIGURA 99 : RESULTADOS - ENSAYO DE SUCCIÓN



(FUENTE : Elaboración Propia)

- Además, se pudo apreciar que las unidades de adobe estabilizado al 10% tiene el más bajo promedio de succión con respecto al adobe estabilizado al 5% y al adobe tradicional como se ve a continuación:

FIGURA 100 : RESULTADOS – ENSAYO DE SUCCIÓN (PROMEDIO)



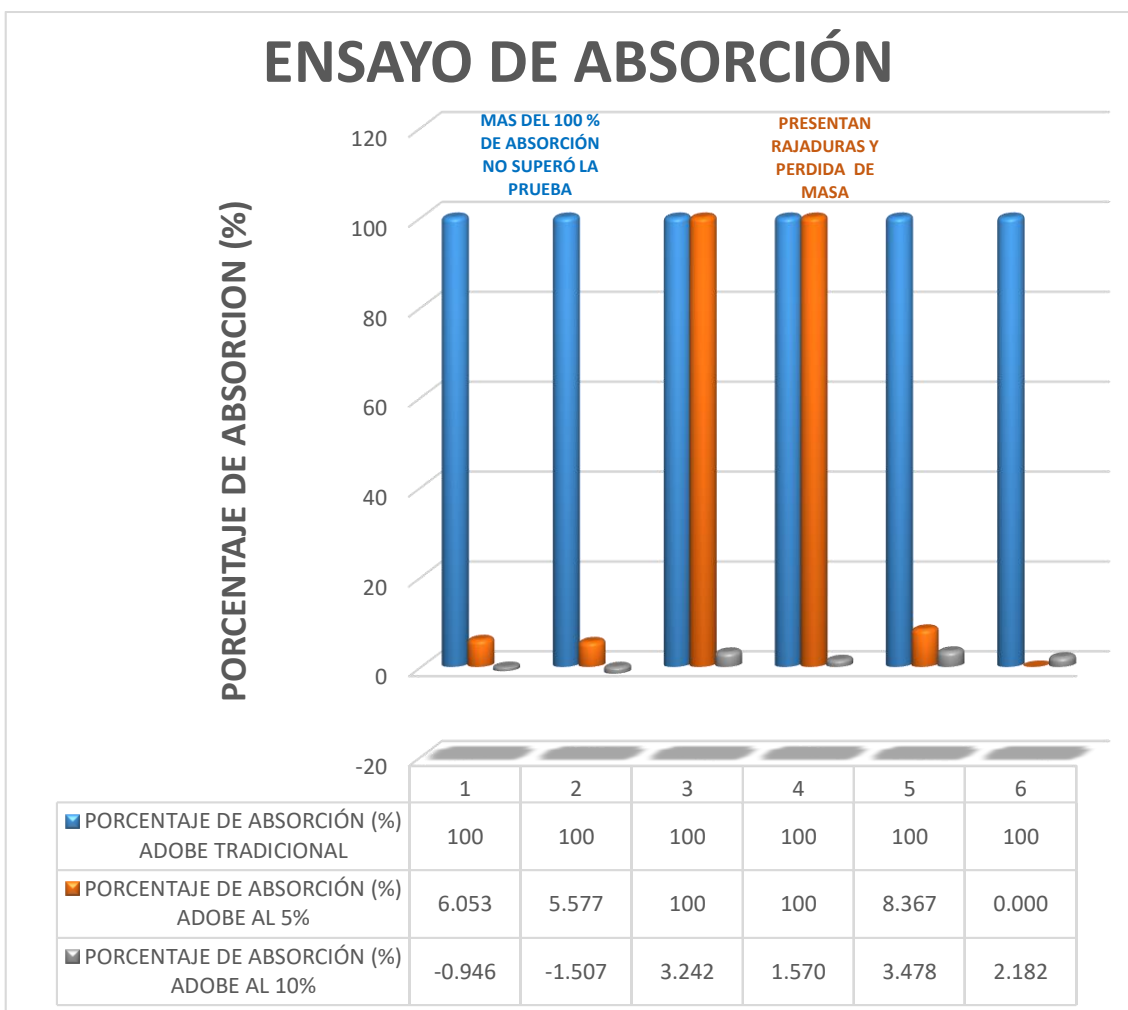
(FUENTE : Elaboración Propia)



4.6. ENSAYO DE ABSORCIÓN

- Las unidades de adobe tradicional no resistieron la prueba de absorción, dichas unidades se desmoronaron antes de llegar a 1 hora sumergidas totalmente en agua, sin embargo, la mitad de las unidades de adobe estabilizado al 5% resistieron 24 horas sumergidas bajo el agua y todas las unidades de adobe estabilizado al 10% resistieron a dicho ensayo.
- Dos unidades de adobe estabilizado al 10% presentan una absorción negativa, esto fue debido a que al momento de retirar las unidades de adobe del agua algunas partes de las unidades se desprendieron lo que generó pérdida de peso en dichas unidades.

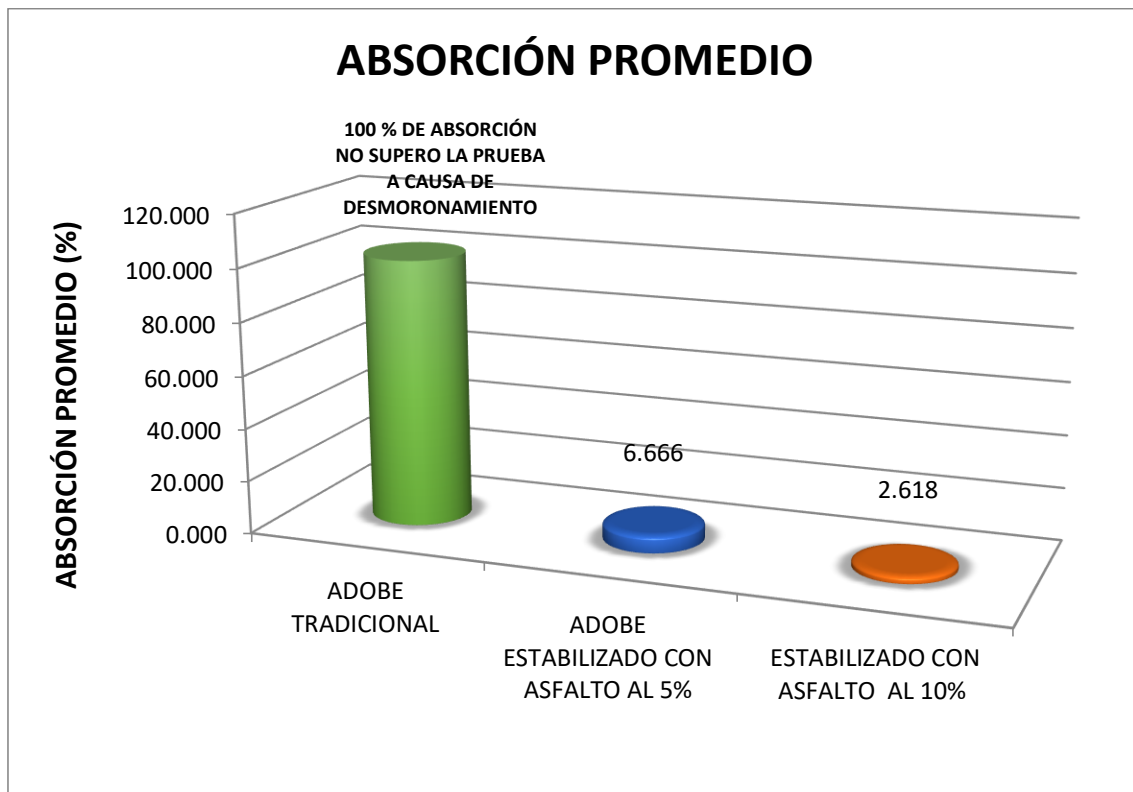
FIGURA 101 : RESULTADOS - ENSAYO DE ABSORCIÓN



(FUENTE : Elaboración Propia)

- Las unidades de adobe estabilizado al 10% tienen un menor porcentaje de absorción promedio con respecto a las unidades de adobe tradicional y las unidades de adobe estabilizado al 5%, como se muestra en la siguiente figura.

FIGURA 102 : RESULTADOS – ENSAYO DE ABSORCIÓN (PROMEDIO)



(FUENTE : Elaboración Propia)

#### 4.7. ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA DE SWINBURNE SAET

- Las unidades de adobe tradicional tienen una resistencia de baja a nula para el ensayo de erosión acelerada (SAET), ya que el promedio de oquedad que generó dicho ensayo en las unidades de adobe tradicional es de 30.83 mm.; muy por encima de los parámetros de resistencia que se muestra a continuación:

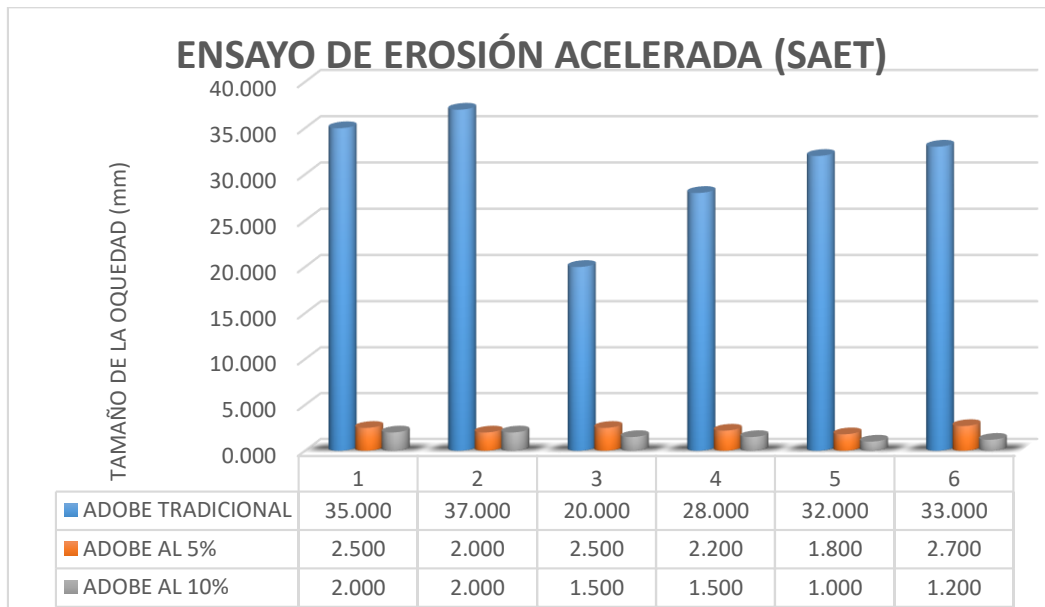
TABLA 72: CRITERIOS PARA DETERMINAR LA OQUEDAD (SAET)

PROPIEDAD	CRITERIO	RESISTENCIA
D, (profundidad de la oquedad, en mm)	0 > D > 5	Alta
	5 > D > 10	MEDIA
	10 > D > 20	BAJA
	D > 20	BAJA A NULA

(FUENTE : Elaboración Propia)

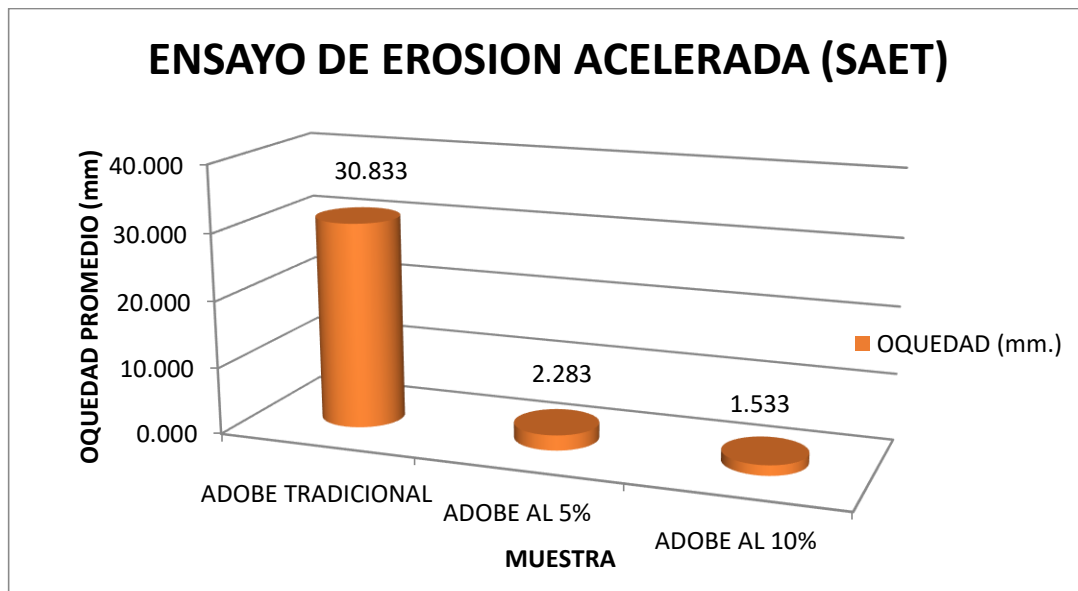
- Sin embargo, las unidades de adobe estabilizado tuvieron un excelente comportamiento frente al ensayo de erosión acelerada el cual dejó una oquedad promedio de 2.28 mm. para adobes estabilizados con asfalto al 5% y 1.53 mm. para el adobe estabilizado con asfalto al 10% como se muestra en los siguientes gráficos.

FIGURA 103 : RESULTADOS - ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA DE SWINBURNE



(FUENTE : Elaboración Propia)

FIGURA 104 : RESULTADOS – EROSIÓN ACELERADA DE SWINBURNE



(FUENTE : Elaboración Propia)

- Cabe resaltar que en las unidades de adobe tradicional, no solo se generó grandes oquedades, también se generó una falla en toda la unidad a causa de la presencia de agua.

#### 4.8. ENSAYO DE DESGASTE POR GOTEO

- Para el ensayo de desgaste por goteo, las unidades de adobe tradicional tienen una resistencia baja ya que el nivel de oquedad promedio fue de 16.5 mm. ;muy por encima de los parámetros de resistencia que se muestra a continuación:

TABLA 73: CRITERIOS PARA DETERMINAR LA OQUEDAD (DESGASTE POR GOTEO)

PROPIEDAD	CRITERIO	RESISTENCIA
D, (profundidad de la oquedad, en mm)	$0 > D > 5$	Alta
	$5 > D > 10$	MEDIA
	$D > 10$	BAJA

(FUENTE : Elaboración Propia)

- Sin embargo, las unidades de adobe estabilizado tuvieron un excelente comportamiento frente al ensayo de desgaste por goteo el cual dejó una oquedad promedio de 1.55 mm. para adobes estabilizados con asfalto al

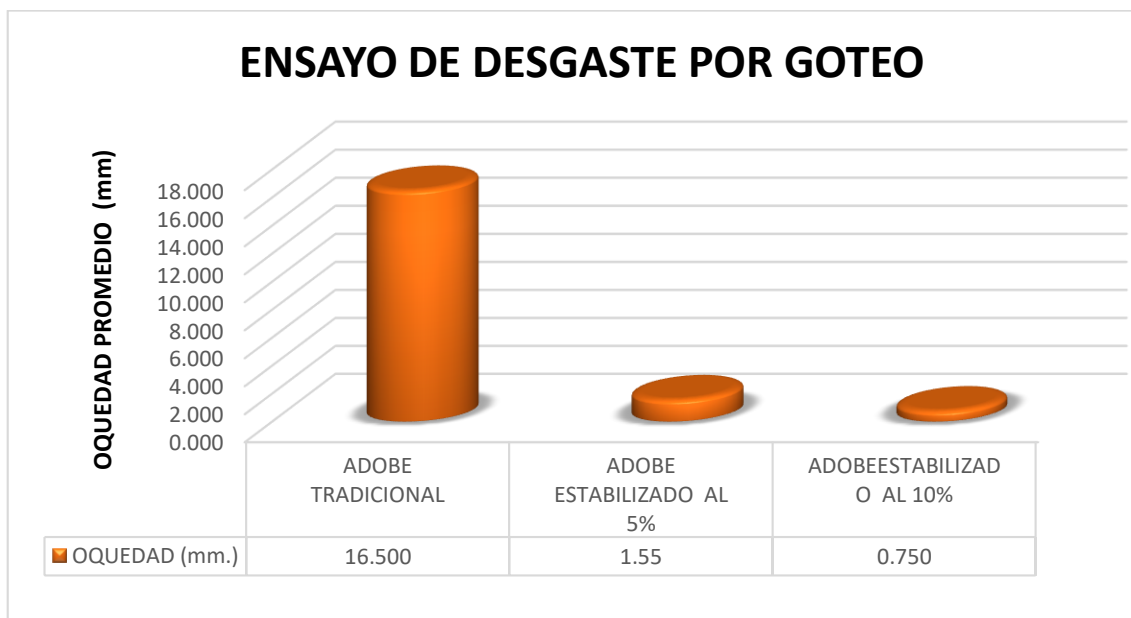
5% y 0.75 mm. para el adobe estabilizado con asfalto al 10% como se muestra en los siguientes gráficos.

FIGURA 105 : RESULTADOS - ENSAYO DE DESGASTE POR GOTEO



(FUENTE : Elaboración Propia)

FIGURA 106 : RESULTADOS – ENSAYO DE DESGASTE POR GOTEO PROMEDIO



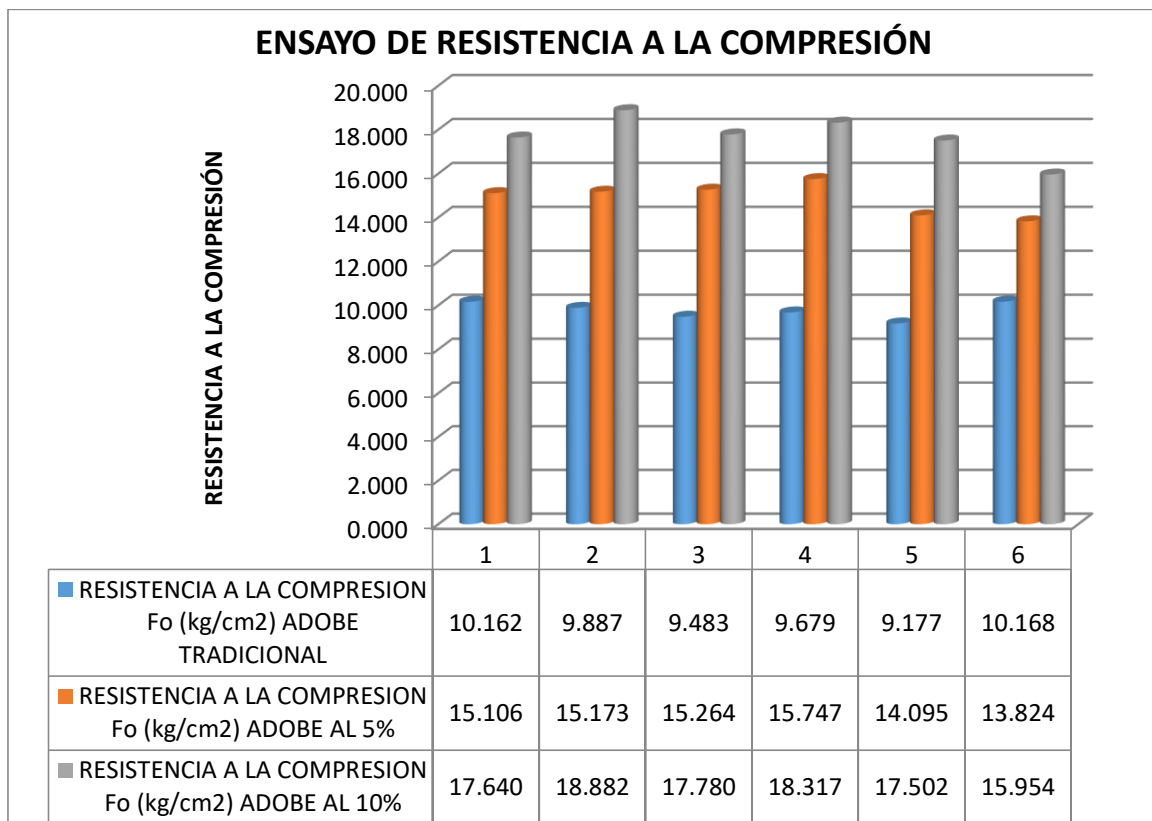
(FUENTE : Elaboración Propia)

- Las unidades de adobe estabilizado al 5% y al 10% no presento ningún defecto al momento de realizar el ensayo, sin embargo, en las unidades de adobe tradicional se generó una ligera debilitación en la cara que se realizó el ensayo generando el desprendimiento de paja en la unidad.

4.9. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

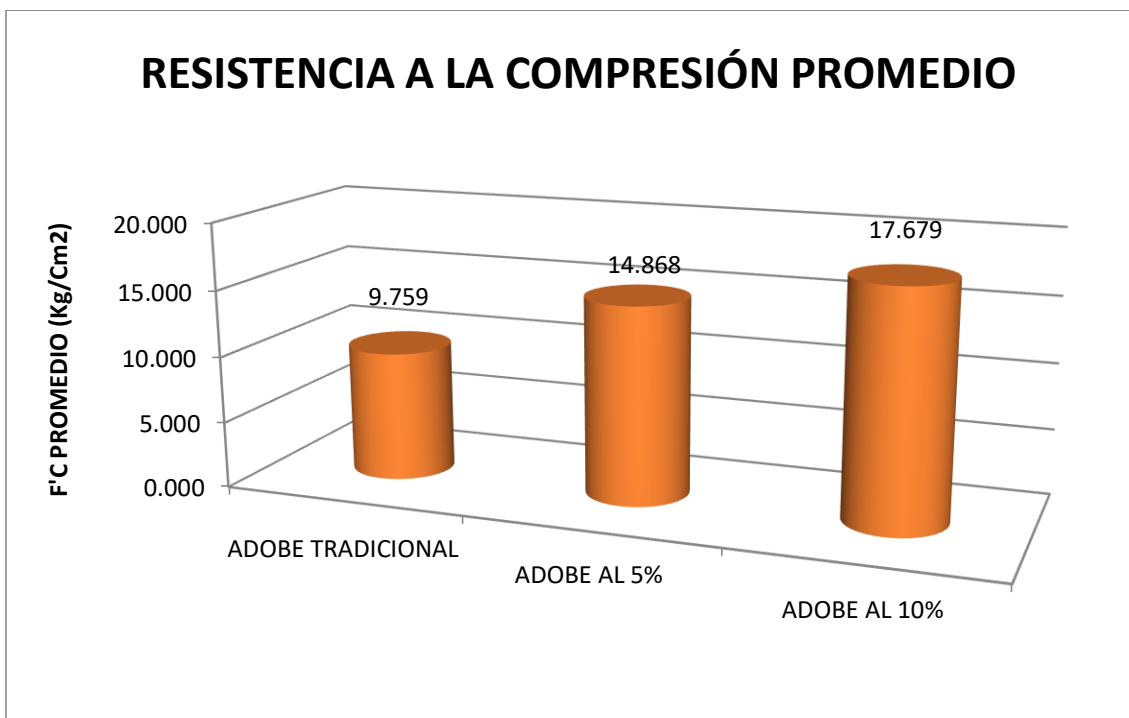
- Las unidades de adobe tradicional no poseen la resistencia mínima que exige la norma, ya que dichas unidades tienen una resistencia promedio de 9.76 Kg/cm<sup>2</sup>, y la norma E-080 exige una resistencia mínima de 12 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Las unidades de adobe estabilizado poseen una mejor resistencia a la compresión, ya que las unidades de adobe estabilizado al 5% y al 10% tienen una resistencia promedio de 14.87 Kg/cm<sup>2</sup> y 17.68 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, superando la resistencia mínima que la norma E-080 exige.

FIGURA 107: RESULTADOS – RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



(FUENTE : Elaboración Propia)

FIGURA 108: RESULTADOS – RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO



(FUENTE : Elaboración Propia)



## 5. CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

### ❖ **¿Cuáles son las principales propiedades que aporta la adición de emulsión asfáltica a las unidades de adobe?**

La adición de emulsión asfáltica al 5% y 10 % le proporciona a las unidades de adobe propiedades impermeabilizantes, mejora su resistencia a la compresión y trabaja como agente cohesivo ya que hace que la unidad sea maciza.

### ❖ **¿Existen cambios de color y olor en las unidades de adobe estabilizadas con emulsión asfáltica con respecto a las unidades de adobe tradicional?**

Existe una ligera variación en el color en las unidades de adobe estabilizado al 10 % con respecto al adobe tradicional, sin embargo las unidades de adobe estabilizado al 5% no presentan variación notable.

Con respecto al olor, las unidades de adobe estabilizado al 5% y 10 % no presentan el olor característico del asfalto debido a que la emulsión asfáltica se disuelve en agua.

### ❖ **¿Existe un incremento considerable en la resistencia a la compresión de las unidades de adobe estabilizado?**

Las unidades de adobe estabilizado con asfalto al 5 % son un 52.35 % más resistentes a la compresión que las unidades de adobe tradicional, y las unidades de adobe estabilizado al 10% son un 81.15% más resistentes a la compresión que la unidades de adobe tradicional.

### ❖ **¿A qué se debe que la las unidades de adobe tradicional no resistan la prueba de absorción?**

Se debe que las unidades de adobe tradicional al no poseer un agente impermeabilizante como la emulsión asfáltica absorben agua hasta desmoronarse, razón por la cual fallan totalmente antes de las 1ra hora de ensayo.

### ❖ **¿Cuál es la razón de la variación de las dimensiones de las unidades de adobe respecto a las dimensiones de diseño especificadas?**





Se debe principalmente al material de los moldes, al ser de madera y estar en contacto con agua y sol, dichos moldes tienden a hincharse, lo que genera la variación de las dimensiones con respecto al diseño especificado.

❖ **¿Por qué las unidades de adobe estabilizado al 10 % poseen absorción con valores negativos?**

2 unidades de adobe estabilizado al 10 % obtuvieron valores negativos en el ensayo de absorción de 24 horas, ya que al momento de retirarlas del agua se debilitaron las aristas generando la pérdida de peso.

❖ **¿En qué zonas sería recomendable el uso de adobe estabilizado asfalto?**

En base a nuestros resultados las unidades de adobe estabilizado pueden ser utilizadas en zonas de precipitación moderada, podría ser recomendable el uso de dichas unidades en las primeras hiladas de los muros exteriores de viviendas de adobe.



## CONCLUSIONES

**HIPÓTESIS GENERAL:** Las unidades de adobe estabilizado con asfalto presentan mejores propiedades resistentes a la compresión y la humedad frente a las unidades de adobe tradicional.

**CONCLUSIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL:** Se demostró la hipótesis general del presente trabajo de investigación ya que las unidades de adobe estabilizado con asfalto al 5 % son un 52.35 % más resistentes a la compresión que las unidades de adobe tradicional, y las unidades de adobe estabilizado al 10% son un 81.15% más resistentes a la compresión que las unidades de adobe tradicional, así como también superaron satisfactoriamente los ensayos con presencia de agua. **FIGURAS N° 109, 107, 105, 103, 101.**

**SUB HIPÓTESIS 01:** Las unidades de adobe estabilizado con asfalto presentan menor alabeo con respecto al adobe tradicional.

**CONCLUSIÓN DE LA SUB HIPÓTESIS 01:** No se logró demostrar la sub hipótesis 01 debido a que las unidades de adobe estabilizado con asfalto y las unidades de adobe tradicional presentan similares resultados en el ensayo de alabeo, ya que ambos tipos de adobe tienen el mismo proceso de desmoldado por lo que para ambos casos genera el mismo tipo de alabeo promedio, como se observa en la **FIGURA N° 99.**

**SUB HIPÓTESIS 02:** Las unidades de adobe estabilizado con asfalto poseen mayor resistencia a la compresión con respecto a un adobe tradicional.

**CONCLUSIÓN DE LA SUB HIPÓTESIS 02:** Se comprobó la sub hipótesis 02, ya que las unidades de adobe tradicional presentan una resistencia a la compresión promedio de 9.76 Kg/cm<sup>2</sup>, en cambio, las unidades de adobe estabilizado con asfalto al 5% y al 10% tienen una resistencia a la compresión promedio de 14.87 Kg/cm<sup>2</sup> y 17.67 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, como se muestra 'en las **FIGURAS N° 108 Y N° 109.**

**SUB HIPÓTESIS 03:** Las unidades de adobe estabilizado con asfalto presentan menor porcentaje de absorción frente a un adobe tradicional.



**CONCLUSIÓN DE LA SUB HIPÓTESIS 03:** Se comprobó la sub hipótesis 03, ya que las unidades de adobe tradicional no soportaron la prueba de absorción quedaron totalmente destruidas antes de la primera hora de ensayo, en comparación con las unidades de adobe estabilizado 5% y 10 % que tuvieron buen comportamiento frente a las prueba de absorción a las 24 horas, como se muestra en las **FIGURAS N° 102 Y N° 103.**

**SUB HIPÓTESIS 04:** Las unidades de adobe estabilizado con asfalto presentan menor índice de succión de agua frente a un adobe tradicional.

**CONCLUSIÓN DE LA SUB HIPÓTESIS 04:** Se demostró la sub hipótesis 04 del presente trabajo de investigación ya que la unidades de adobe estabilizado con asfalto al 5 % poseen un índice de succión menor en 46.28 % que la unidades de adobe tradicional, y las unidades de adobe estabilizado al 10% poseen un índice de succión menor en 64.17 % que la unidades de adobe tradicional como se observa en las **FIGURAS N°100 Y N° 101.**

**SUB HIPÓTESIS 05:** Las unidades de adobes estabilizadas con asfalto presentan mejor nivel de resistencia frente al ensayo de erosión acelerada (SAET) que las unidades de adobe tradicional.

**CONCLUSIÓN DE LA SUB HIPÓTESIS 05:** Se demostró la sub hipótesis 05 del presente trabajo de investigación debido a que las unidades de adobe tradicional presentan oquedades de grandes dimensiones, además la infiltración de agua generó desgaste considerable en la unidad, en comparación con las unidades de adobe estabilizado al 5% y 10% que presentan oquedades mínimas y sin alterar sus condiciones físicas como se observa en las **FIGURAS N° 104 y N° 105.**

**SUB HIPÓTESIS 06:** Las unidades de adobes estabilizadas con asfalto presentan mejor nivel de resistencia frente al ensayo de desgaste por goteo que las unidades de adobe tradicional.

**CONCLUSIÓN DE LA SUB HIPÓTESIS 06:** Se demostró la sub hipótesis 06 del presente trabajo de investigación debido a que las unidades de adobe tradicional presentan mayores oquedades, en comparación con las unidades de adobe



estabilizado al 5% y 10% que presentan oquedades mínimas como se observa en las **FIGURAS N°106 Y N° 107.**



## RECOMENDACIONES

### ➤ Recomendación 01

Se recomienda el diseño de un mortero adecuado para el asentado de unidades de adobe estabilizado con asfalto, así como el estudio de sus propiedades físicas, mecánicas y su comportamiento en interacción con las unidades de adobe estabilizado.

### ➤ Recomendación 02

Se recomienda considerar un porcentaje de variación dimensional para el diseño y fabricación de los moldes de madera a usar en la fabricación de las unidades de adobe tradicional y estabilizado.

### ➤ Recomendación 03

Se recomienda estudiar y proponer una mejora de procesos de elaboración de las unidades de adobe tradicional y estabilizado, para el control del alabeo y la variabilidad dimensional, y de esta forma tener unidades de adobe más simétricas.

### ➤ Recomendación 04

Se recomienda realizar los ensayos in-situ especificados en la norma E-080, antes de la elaboración de las unidades de adobe, para verificar que el material seleccionado cumple con las recomendaciones mínimas de gradación recomendadas en la norma E-80, y de esta forma garantizar que las unidades sean de calidad

### ➤ Recomendación 05

Se recomienda el estudio de las propiedades físico mecánicas de unidades de adobe estabilizado con asfalto en caliente.

### ➤ Recomendación 06

Se recomienda que el porcentaje máximo de emulsión asfáltica para la estabilización del adobe sea de 10 % ya que usando más de esta cantidad la emulsión se comienza a secar y la mezcla del adobe se vuelve menos trabajable



y difícil de homogenizar, luego de unos minutos la mezcla no es apta para la elaboración de la unidad de adobe.

➤ **Recomendación 07**

Se recomienda evitar en lo posible la variación brusca de temperatura durante el secado de las unidades de adobe, ya que dichas variaciones generan fisuras en las unidades, debilitando su estructura y comprometiendo su funcionalidad.



## GLOSARIO

### A

**AASHTO:** Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (American Association of State Highway and Transportation Officials)

**ABSORCIÓN:** Capacidad de la unidad de adobe de incorporar agua a su interior.

**ADOBE:** Bloque macizo de tierra sin coser, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos.

**ADOBE ESTABILIZADO:** Adobe en el que se ha incorporado otros materiales (cal, asfalto, cemento etc.) con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad.

**ALABEO:** Forma cóncava o convexa que toma una unidad en una superficie específica.

**ARCILLA:** Roca sedimentaria que adquiere plasticidad al mezclarse con agua.

**ARENA:** Pequeñas partículas de piedra producidas por disgregación de las rocas; se utiliza para fabricar mortero y hormigón.

**ASFALTO:** Mineral negro de origen natural, obtenido artificialmente por destilación del petróleo.

### B

**BARRO:** Es una mezcla semilíquida de agua y tierra compuesta por sedimentos, partículas de polvo y arcilla.

### D

**DESGASTE:** Pérdida de la estructura superficial de un material debido a una interacción constante con una superficie o con un objeto.

### E

**EMULSIÓN ASFÁLTICA:** mezcla de asfalto con agua que con el emulsificante forma una emulsión estable que permite mezclar en frío es decir a temperaturas menores a 100°.



**EROSIÓN:** Desgaste producido en la superficie de un cuerpo por el roce o frotamiento de otro.

## I

**INFILTRACIÓN:** Acción e introducir suavemente un líquido entre los poros de un sólido.

## L

**LIMO:** Sedimento que generalmente es encontrado a causa de la suspensión transportado por los ríos y por el viento que se deposita en los lechos de los cursos de agua o sobre los terrenos que han sido inundados.

## M

**MISCIBLE:** Propiedad de algunos líquidos para mezclarse en cualquier proporción, formando una disolución.

**MOLDE:** Recipiente o pieza hueca donde se echa una masa blanda, que al solidificarse, toma la forma del recipiente.

## N

**NTP:** Norma Técnica Peruana.

## O

**OQUEDAD:** Espacio hueco en el interior de un elemento sólido.

## P

**PLASTICIDAD:** Propiedad que tiene un material de ser moldeado o trabajado para cambiarlo de forma.

## R

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:** Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento.

## S

**SAET:** Swinburne Accelerated Erosion Test (Prueba de erosión acelerada de Swinburne).





**SUCCIÓN:** Capacidad de un objeto de aspirar fluidos.

**SUCS:** Sistema unificado de clasificación de suelos (Unified Soil Classification System)

**REFERENCIAS**

- AASHTO M 145, A. A. (2000). *AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY OFFICIALS M 145*. USA.
- AENOR, U. 4. (2008). BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA PARA MUROS Y TABIQUES DEFINICIONES, ESPECIFICACIONES Y METODOS DE ENNSAYO. En A. E. CERTIFICACIÓN. MADRID.
- ANEXO N° 2 NTP E-080. (2017). NORMA TECNICA PERUNA E-080. En M. D. CONSTRUCCION. LIMA.
- ASOPAC, A. D. (2004). *CARTILLA DE PAVIMENTO ASFÁLTICO*. BOGOTA.
- BLONDETH, M. (2005). *MANUAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE ADOBE* . LIMA.
- CABRERA ARIAS, D., & HUAYNATE GRANADOS, W. (2010). *MEJORAMIENTO DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE ANTE UNA EXPOSICIÓN PROLONGADA DE AGUA POR EFECTO DE INUNDACIONES*. LIMA.
- CAYCHO PEREZ, D., & PAREDES CASTRO, J. (2009). *CONTROL DE LA TRITURACIÓN DE LOS LADRILLOS HUECOS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA SUJETOS A CARGA LATERAL CÍCLICA*. LIMA.
- DE LA PEÑA ESTRADA, D. (1997). *ADOBE, CARACTERÍSTICAS Y SUS PRINCIPALES USOS EN LA CONSTRUCCIÓN*. CIUDAD DE MEXICO: ICC.
- DUARTE AYALA, J. L. (2005). *MODIFICACIÓN DE UN ASFALTO CON CAUCHO RECICLADO DE LLANTA PARA SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS*.
- GALVÁN HUAMANÍ, L. M. (2015). *CRITERIOS DE ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO CON PAVIMENTO RECICLADO Y EMULSIÓN ASFÁLTICA*.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, H. (2010). *Metodología de la Investigación*. MEXICO: MC. DRAW HILL.
- ICG. (2006). *NORMA E-080*. LIMA.
- INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE. (2001). Documento tecnico # 23 . *Emulsiones asfálticas* . Ciudad de Mexico, MEXICO.
- JIMENEZ SALAS, J. A. (1975). *GEOTECNIA Y CIMIENTOS*.
- MORALES, R. (2000). *MANUAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE ADOBE* . LIMA: PUCP.
- NORMA TÉCNICA PERUANA E-080. (2006). *NORMA TÉCNICA PERUANA E-080 - ADOBE*. LIMA .
- NORMA TÉCNICA PERUANA E-080. (2017). *DISEÑO Y CONSTRUCCION CON TIERRA REFORZADA*. LIMA.
- NTP 399.613, N. T. (2005). *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA : METODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA*. LIMA.
- PARRO, C. (2015). *DICCIONARIO DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN*. LIMA.
- RAMIREZ TORRES, A. (2012). *COMPORTAMIENTO SÍSMICO DEL ADOBE CONFINADO: VARIABLE REFUERZO HORIZONTAL*. LIMA.



SAENZ LULICHAC, C. (2015). *DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA EN LA PROVINCIA DE CAJAMARCA*. CAJAMARCA.

SIAVICHAY, D., & NARVAES, J. (2010). PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE ADOBE PARA LA AMPLIACIÓN EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES EMPLAZADAS EN EL ÁREA PERIURBANA DE LA CIUDAD DE CUENCA. CUENCA.

UNI, U. N. (2008). *CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS ECONÓMICAS CON ADOBE ESTABILIZADO*. LIMA.

### ENLACES BIBLIOGRÁFICOS

ARELLANO, J. (25 de ENERO de 2010). *BLOGG "GLOBALIZADO"*. Obtenido de <http://arellanojuan.com/cusco-los-bloggers-opinan-cuentan-e-informan/>

*INGENIERO CIVIL INFO* (06 de 2011). *INGENIERO CIVIL INFO*. Obtenido de <http://www.ingenierocivilinfo.com/2011/06/emulsiones-asfalticas-y-su-composicion.html>

COMERCIO, D. E. (29 de SEPTIEMBRE de 2014). *DIARIO EL COMERCIO*. Obtenido de <http://elcomercio.pe/sociedad/cusco/cusco-70-casas-inhabitables-y-575-damnificados-sismo-noticia-1760267>

Map-Perú.com, ©. (28 de febrero de 2010). *map-peru*. Obtenido de <http://www.map-peru.com>



## ANEXOS

**PANEL FOTOGRÁFICO**



FIGURA 109: PREPARACIÓN DEL BARRO PARA LA ELABORACIÓN DE ADOBES



FIGURA 110: DORMIDO DE LA MEZCLA DE BARRO



FIGURA 111: TRASLADO DEL MATERIAL PARA SER MOLDEADO



FIGURA 112: MEZCLA DE BARRO LISTA PARA EL MOLDEO



FIGURA 113: MEZCLA DE BARRO LISTA PARA EL MOLDEO



FIGURA 114 : COLOCADO AL MOLDE DE MADERA



FIGURA 115 : MOLDEADO DEL BARRO



FIGURA 116 : COLOCACIÓN DE EMULSIÓN  
ASFÁLTICA A LA MEZCLA DE BARRO



FIGURA 117 : MEZCLA DEL BARRO CON LA  
EMULSIÓN ASFÁLTICA



FIGURA 118 : MEZCLA DEL BARRO CON LA  
EMULSIÓN ASFÁLTICA



FIGURA 119 : UNIDADES DE ADOBE CON  
EMULSIÓN ASFÁLTICA AL 5% TERMINADAS



FIGURA 120 : UNIDADES DE ADOBE  
TRADICIONAL TERMINADAS



FIGURA 121 : DE ADOBE ESTABILIZADO AL 5%  
Y AL 10% TERMINADAS



FIGURA 122 : PREPARACIÓN PARA  
ENSAYOS IN -SITU



FIGURA 123 : APLASTAMIENTO DEL MATERIAL  
PARA HACER PRUEBA DE LA CINTA DE  
BARRO



FIGURA 124 : ELABORACIÓN DE LA CINTA  
DE BARRO



FIGURA 125 : MEDICIÓN DE LA CINTA DE  
BARRO



FIGURA 126 : PRUEBA GRANULOMÉTRICA  
DE LA BOTELLA



FIGURA 127 : ADICIÓN DE AGUA AL MATERIAL



FIGURA 128 : MEDICIÓN DE AGUA CON RESPECTO AL MATERIAL



FIGURA 129 : AGITAMOS LA BOTELLA PARA QUE SE MEZCLEN TODAS LAS PARTÍCULAS DE LA MUESTRA



FIGURA 130 : HORAS DESPUÉS EL MATERIAL EMPIEZA A ASENTARSE DIVIDIÉNDOSE POR ESTRATOS



FIGURA 131 : ENSAYO DE RESISTENCIA SECA



FIGURA 132 : MEZCLA DE AGUA CON EL MATERIAL Y SE EMPIEZA A HACER BOLITAS CON LAS MANOS





FIGURA 133 : SE REALIZA CUATRO MUESTRAS Y SE DEJA SECAR POR LO MENOS 24 HORAS



FIGURA 134 : MUESTRAS SECAS DESPUÉS DE 48 HORAS



FIGURA 135 : LAS MUESTRAS NO SE ROMPEN CON LOS DEDOS DE LAS MANOS.



FIGURA 136 : ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO, LA MUESTRA DEBE PASAR EL TAMIZ #40



FIGURA 137 : MEZCLADO CON LA HUMEDAD ADECUADA PARA EL ENSAYO



FIGURA 138 : COLOCADO DE LA MUESTRA EN LA CUCHARA DE CASAGRANDE



FIGURA 139 : PESO DE LA MUESTRA ENSAYADA



FIGURA 140 : ENSAYO DE LIMITE PLÁSTICO, MEZCLA DE LA MUESTRA CON LA HUMEDAD ADECUADA



FIGURA 141 : REALIZANDO EL ROLLO HASTA ALCANZAR 03 mm.



FIGURA 142 : COMPARANDO CON LA VARILLA DE 03 mm.



FIGURA 143 : MUESTRAS LISTAS PARA SER LLEVADAS AL HORNO



FIGURA 144 : MUESTRAS LLEVADAS AL HORNO



FIGURA 145 : PESO DE LA MUESTRA PARA REALIZAR EL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA



FIGURA 146 : COLOCANDO LA SERIE DE TAMICES



FIGURA 147 : AGREGANDO EL MATERIAL PREVIAMENTE PESADO



FIGURA 148 : REALIZANDO EL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA



FIGURA 149 : MUESTRAS FINALES TAMIZADAS



FIGURA 150 : ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL, MUESTRAS DE ADOBE SIENDO MEDIDAS



FIGURA 151 : MEDICIÓN DE LARGO Y ANCHO DE LAS UNIDADES DE ADOBE



FIGURA 152 : ENSAYO DE ALABEO, MEDICIÓN DE LA CARA A DE LA UNIDAD DE ADOBE



FIGURA 153 : MEDICIÓN DEL ALABEO EN LAS UNIDADES DE ADOBE



FIGURA 154 : MEDICIÓN DEL ALABEO EN LAS UNIDADES DE ADOBE



FIGURA 155 : PESO SECO DE LAS MUESTRAS DE ADOBE.



FIGURA 156 : SUMERGIENDO LAS UNIDADES DE ADOBE EN AGUA



FIGURA 157 : SUMERGIENDO LAS UNIDADES DE ADOBE EN AGUA



FIGURA 158 : UNIDADES SUMERGIDAS EN AGUA



FIGURA 159 : UNIDAD DE ADOBE TRADICIONAL NO RESISTIÓ EL ENSAYO DE ABSORCIÓN



FIGURA 160 : UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO AL 5% RETIRADO PARA SER PESADO.



FIGURA 161 : UNIDAD DE ADOBE AL 10% RETIRADO PARA SER PESADO



FIGURA 162 : PESO HÚMEDO DE LA UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO



FIGURA 163 : ENSAYO DE SUCCIÓN



FIGURA 164 : PESO DE LA UNIDAD



FIGURA 165 : COLOCADO DE LA UNIDAD PARA  
SER SOMETIDO AL ENSAYO DE SUCCIÓN



FIGURA 166 : UNIDAD SIENDO ENSAYADA  
POR EL LAPSO DE 1 MINUTO



FIGURA 167 : PASADO EL MINUTO SE  
PROCEDE A RETIRAR LA UNIDAD



FIGURA 168 : SE PESA LA MUESTRA  
HÚMEDA



FIGURA 169 : ENSAYO DE DESGASTE POR GOTEO



FIGURA 170 : UNIDAD SOMETIDA AL ENSAYO POR EL LAPSO DE 10 MINUTOS



FIGURA 171 : UNIDAD DE ADOBE TRADICIONAL TRAS EL ENSAYO DE DESGASTE POR GOTEO



FIGURA 172 : NIVEL DE OQUEDAD DE CONSIDERACIÓN EN LAS UNIDADES DE ADOBE TRADICIONAL



FIGURA 173 : ENSAYO A LAS UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO AL 5 %



FIGURA 174 : ENSAYO A LAS UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO AL 5 %



FIGURA 175 : UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO AL 5% DURANTE EL ENSAYO



FIGURA 176 : UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO AL 5% CON UN MÍNIMO NIVEL DE OQUEDAD



FIGURA 177 : UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO AL 10% ANTES DEL ENSAYO



FIGURA 178 : UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO AL 10% DURANTE EL ENSAYO



FIGURA 179 : UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADO AL 10% DESPUÉS DEL ENSAYO



FIGURA 180 : NO PRESENTAN OQUEDADES DE CONSIDERACIÓN, SON IMPERCEPTIBLES





FIGURA 181 : ENSAYO DE EROSIÓN ACCELERADA SAET



FIGURA 182 : ENSAYO A LAS UNIDADES DE ADOBE TRADICIONAL



FIGURA 183 : ENSAYO A LAS UNIDADES DE ADOBE TRADICIONAL



FIGURA 184 : UNIDAD DE ADOBE DESPUÉS DEL ENSAYO



FIGURA 185 : UNIDAD DE ADOBE AL 5% ANTES DEL ENSAYO



FIGURA 186 : UNIDAD DE ADOBE AL 5% DURANTE DEL ENSAYO



FIGURA 187 : NIVEL DE OQUEDAD MÍNIMA  
ADOBE AL 5%



FIGURA 188 : NIVEL DE OQUEDAD MÍNIMA  
ADOBE AL 10%



FIGURA 189 : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN, PREPARACIÓN DE LA  
MUESTRA A LA MAQUINA DE COMPRESIÓN



FIGURA 190 : UNIDAD SIENDO ENSAYADA  
CON LA MAQUINA DE COMPRESIÓN



FIGURA 191 : UNIDAD DESPUÉS DEL ENSAYO  
DE COMPRESIÓN



FIGURA 192 : UNIDAD DE ADOBE  
ESTABILIZADO AL 5% SIENDO ENSAYADO



FIGURA 193 : UNIDAD DE ADOBE  
ESTABILIZADO AL 5% SIENDO ENSAYADA



FIGURA 194 : UNIDAD DE ADOBE  
ESTABILIZADO AL 5% DESPUÉS DEL  
ENSAYO



FIGURA 195 : UNIDAD DE ADOBE  
ESTABILIZADO AL 10% SIENDO ENSAYADA



FIGURA 196 : UNIDAD DE ADOBE  
ESTABILIZADO AL 10% SIENDO ENSAYADA



FIGURA 197 : UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO AL 10% AL MOMENTO DE SU FALLA TOTAL



FIGURA 198 : CARGA MÁXIMA QUE SOPORTO LA UNIDAD DE ADOBE



FIGURA 199 : UNIDAD DE ADOBE DESPUÉS DEL ENSAYO



FIGURA 200 : UNIDAD DE ADOBE DESPUÉS DEL ENSAYO



FIGURA 201 : ALGUNO DE LOS RESULTADOS DE LAS UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO AL 5%



FIGURA 202 : ALGUNO DE LOS RESULTADOS DE LAS UNIDAD DE ADOBE ESTABILIZADO AL 10%