



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

"EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%.

Presentado por los Bachilleres:

**QUINTANA CHOQUELUQUE, Diana
Lisbeth**

VERA SALIZAR, Mithdwar Octavio

“Para Optar El Título Profesional De
Ingeniero Civil”

Asesor:

**Mgt. Ing. VICTOR CHACÓN
SÁNCHEZ**

CUSCO- PERÚ
2017

**DEDICATORIA.**

A Dios quien ha guiado mis pasos con amor, fortaleza y fe para cumplir uno de mis más anhelados sueños.

A mis padres Bertha y Ronald, gracias a sus consejos, cariño, esfuerzo diario y apoyo incondicional, por la enseñanza de valores, por la motivación constante hicieron posible que culminara con éxito una etapa más de mi vida.

A mis hermanos, Claudia y Ronald, por ser mis cómplices, mis amigos, por la confianza que han depositado en mí, por estar siempre conmigo durante el tiempo que implica labrarse una profesión.

Al amor de mi vida Rodrigo por su apoyo brindado durante todo el tiempo de estudio, el trabajo y esfuerzo, por ser un compañero en los sueños y objetivos trazados, buscando siempre ser cada vez mejor.

A mi razón de vivir, mi hija Ishana Ayelen, por ser mi inspiración, mi consuelo, mi fortaleza en los momentos que sentí rendirme, mi alegría, por entenderme y apoyarme a su corta edad en el proceso de formación profesional.

A mis familiares, que gracias a sus consejos y atención me impulsaron por el camino correcto.

A mis Amigos, quienes siempre han estado en los momentos en los que he necesitado, y por su apoyo incondicional en el desarrollo de la presente investigación.

Diana Lisbeth Quintana Choqueluque.



DEDICATORIA.

Dedico esta tesis A Dios, San Francisco de Asís y a la Mamacha Asunta, por guiar mis pasos y encaminarme en todo momento y por brindarme mucha salud.

A mis padres Octavio y Violeta, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo y por inculcarme valores.

A mis hermanas, Romina y Alexandra, por la confianza que han depositado en mí, por estar siempre conmigo durante el tiempo que implica labrarse una profesión.

A mis tíos y primos, por sus grandes consejos en todo este tiempo los cuales fueron parte de mi formación.

A mis Amigos, quienes siempre me han brindado su confianza y amistad sincera, y por su granito de arena en el desarrollo de la presente investigación.

A todos ellos se los agradezco desde el fondo de mi alma.

Mithdwar Octavio Vera Salizar



AGRADECIMIENTOS.

Nuestra gratitud, principalmente está dirigida a Dios Todopoderoso por habernos dado la existencia y permitido llegar al final de nuestra carrera.

Igualmente agradecemos muy profundamente a todos los organismos y personas naturales que hicieron posible la realización del mismo, entre los que se deben mencionar:

- *A nuestra casa de estudios “UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO” por habernos dado la oportunidad de ingresar al sistema de Educación Superior y cumplir este gran sueño.*
- *A nuestro asesor Mg. Victor Chacón Sánchez, quien nos ha orientado en todo momento en la realización de esta tesis que enmarca el último escalón hacia un futuro.*
- *A nuestros dictaminantes quienes nos supieron guiar, corregir y enseñar con paciencia, tiempo y dedicación, Ing. Edson Julio Salas Fortón e Ing. Jorge Álvarez Espinosa.*
- *Agradecemos por supuesto el trabajo, a nuestros docentes, quienes siempre tuvieron un tiempo y una respuesta para nuestras dudas e inquietudes, Ing. Karim Sovero, Ing. Heiner Soto, Ing. Maria Isabel Callahui, Ing. Mitsy Gudiel.*
- *A los docentes que me han acompañado durante el largo camino, brindándome siempre su orientación con profesionalismo ético en la adquisición de conocimientos y afianzando mi formación como estudiante universitario.*

A todas y todos quienes de una u otra forma han colocado un granito de arena para el logro de este Trabajo de Grado, agradezco de forma sincera su valiosa colaboración.



RESUMEN.

"EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%.

Esta investigación nació de la necesidad de crear adobes resistentes a la humedad y al agua, para ello se procedió a la investigación del mucílago de tuna viendo por conveniente sus propiedades impermeabilizantes en el adobe.

Se elaboraron bloques de adobe de dimensiones 25x13x10 cm con adición de paja de 10cm de longitud, así mismo se sustituyó el agua por mucílago de tuna en los porcentajes de 0%, 25%, 50%, 75% y 100% con respecto al peso del agua.

Los ensayos realizados en campo consistieron en pruebas de Color, Dental, Olfativa, Brillo, Enrollado, Resistencia Seca de la Bolita y Prueba de la Botella, todas ellas para la selección de la tierra con la cual se elaboraron los adobes; los ensayos realizados en laboratorio fueron Límites de Atterberg y Granulometría y Contenido de Humedad, la cual nos dio el resultado de tierra Arcillo Arenosa.

El adobe después de su fabricación tuvo un tiempo de curado de 30 días, pero los ensayos se realizaron a partir de los 7 días de curado ya que presentaron un secado aparentemente total; a los 7 días se realizó el ensayo de Resistencia a Compresión, en el cual se obtuvo un incremento en la resistencia a compresión cuando mayor es el incremento de mucílago de tuna en los adobes; a los 18 días también se realizaron los mismos ensayos mostrando un ligero incremento favorable en los resultados; a los 30 días se realizaron los ensayos de Absorción, Succión, Resistencia a Compresión, Erosión Acelerada Swinburne (SAET), en estos ensayos también se observó un mejor resultado cuando mayor es el incremento de mucílago de tuna. Tal es así que en el Ensayo de Absorción los adobes con 75% y 100% fueron los únicos que se pudo evaluar, debido a que los demás porcentajes perdieron masa en la unidad de Adobe, en el Ensayo de Succión los adobes con 50%, 75% y 100% se pudo evaluar y los demás porcentajes al contacto con el agua se empezaron a desintegrar y perdieron peso y masa del Adobe, en los Ensayos de Resistencia a Compresión se mostró mejores resultados en los adobes con 100%, en el Ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) presento los mejores resultados los adobe al 75% y 100% de mucílago de tuna ya que todas las unidades de Adobes cumplieron con Una Norma Española (UNE).



Por lo que se concluye que el adobe mejorado tiene mayores Resistencias a Compresión, Resistencia a Erosión y Resistencia a absorción frente a un adobe tradicional.

PALABRA CLAVES: Mucílago, Sustitución, Parcial, SAET, Adobe, Resistencia a Compresión, Absorción, Erosión, Mejorado, Adobe Tradicional, UNE.

**ABSTRACT.**

“EVALUATION OF EROSION AND RESISTANCE TO COMPRESSION OF ADOBES WITH PARTIAL AND TOTAL SUBSTITUTION OF WATER BY MUCILAGE'S TUNA IN PERCENTAGES OF 0%, 25%, 50%, 75% AND 100%”

This research was made from the need to create adobes resistant to moisture and water, that is why we proceeded to the investigation of mucilage of tuna, seeing as convenient its waterproofing properties in the adobe.

It was elaborated of blocks of adobe with dimensions of 25x13x10 cm with addition of straw of 10cm of length, also the water was replaced by mucilage of tuna in the percentages of 0%, 25%, 50%, 75% and 100% with respect to the weight of water.

The tests carried out in the field consisted of tests of Color, Dental, Olfactory, Brightness, Rolled, Dry Resistance of the little sphere and Test of the Bottle, all these for the selection of the land with which the adobes were elaborated; the laboratory tests were Limits of Atterberg and Granulometry and Moisture Content, which gave us the result of Arcillo Sandy soil.

The adobe after its manufacture had a curing time of 30 days, but the tests were carried out from the 7 days of curing since they presented an apparently total drying; at 7 days, the Compression Resistance test was carried out, in which an increase in the compressive strength was obtained when the increase of the muzzle of tuna in the adobes was higher; at 18 days the same tests were also performed showing a slight favorable increase in the results; at 30 days the Absorption, Suction, Resistance to compression, Swinburne Accelerated Erosion (SAET), in these tests a better result was also observed when the increase in tuna mucilage was higher. So, in the Absorption Test, the adobes with 75% and 100% were the only ones that could be evaluated, because the other percentages lost mass in the Adobe unit, in the Suction Test the adobes with 50% 75 % and 100% could be evaluated and the other percentages on contact with the water began to disintegrate and lost weight and mass of the Adobe, in the Tests of Resistance to Compression showed better results in the adobes with 100% in the Erosion Test Accelerated Swinburne (SAET) presented the best results the adobe to 75% and 100% of tuna mucilage since all Adobes units complied with the A Spanish standard.

It is concluded that the improved adobe has higher resistance to compression, resistance to erosion and resistance to absorption than traditional adobe.



KEYWORDS: Mucilage, Substitution, Partial, SAET, Adobe, Compression Resistance, Absorption, Erosion, Improved, Traditional Adobe.



INTRODUCCIÓN.

La tesis de investigación tuvo como principal objetivo, el contribuir al mejoramiento de las unidades de albañilería, enfocado a la unidad de adobe mejorado con mucílago de tuna, estas unidades de adobes tuvieron la capacidad de resistir el impacto erosivo que provoca el agua (lluvias e inundaciones) que se da en la Región del Cusco.

Esta propuesta, se basó en la elaboración de unidades de adobe sustituyendo el agua por mucílago de tuna con respecto al peso en diferentes porcentajes (al 0%, 25%, 50%, 75% y 100%).

Para ello se elaboraron alternativas de solución que mitiguen la alta vulnerabilidad de los adobes tradicionales, mejorando sus propiedades físicas y mecánicas.

Se evaluó la erosión y la resistencia a la compresión, adicionalmente se realizaron las pruebas físicas que comprendieron los laboratorios de: Variación Dimensional, Succión y Absorción; estos ensayos se basan en la Norma Técnica Peruana del Adobe NTP E0.80, Norma Técnica Peruana del Ladrillo NTP 399.604, NTP 399.613 y la Norma Española UNE 41410.

Los resultados que se obtuvieron en la prueba de erosión y en la prueba de resistencia a la compresión, sirvieron para analizar de manera cuantitativa el deterioro que sufren las unidades de adobe ante la exposición del agua y realizar un análisis de las soluciones planteadas comparando la efectividad y viabilidad de estas unidades, para que sean aplicados como soluciones prácticas al problema de la vulnerabilidad de las unidades de adobe ante presencia de agua y la resistencia a compresión.

Este trabajo es viable porque los materiales usados son de fácil acceso al poblador común de esta zona, así también la difusión y comprensión de esta técnica de construcción es relativamente fácil de difundir y entender.

Finalmente se analizaron todos los resultados obtenidos de la investigación, como gráficos, barras y cuadros comparativos.

En el CAPITULO I, se mostró el Planteamiento del Problema, Identificación del Problema, Justificación e Importancia de la Investigación, Limitaciones de la Investigación, los Objetivos de la Investigación, las hipótesis, Definición de Variables y el cuadro de operacionalidad de variables.



En el CAPITULO II, encontraremos todo el marco teórico, los Antecedentes de la Tesis, y Aspectos Teórico.

En el CAPITULO III, encontraremos toda la Metodología, Metodología de la investigación, Diseño de la Investigación, Población y Muestra, los Instrumentos, Procedimiento de Recolección de Datos, Procedimientos de Análisis de Datos.

En el CAPITULO IV, presentamos los Resultados de todas las pruebas realizadas en el capítulo anterior.

En el CAPITULO V detallamos las Discusiones del tema de tesis.

Finalmente el Glosario, Conclusiones, Recomendaciones, Bibliografía y los Anexos incluirán Normas Técnicas, Encuestas, formatos y fotos.



INFORME FAVORABLE DEL JURADO DICTAMINANTE



INFORME FAVORABLE DEL JURADO DICTAMINANTE



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....I

DEDICATORIA..... II

AGRADECIMIENTOS..... III

RESUMEN.IV

ABSTRACT..... VI

INTRODUCCIÓN.VIII

ÍNDICE GENERAL XII

ÍNDICE DE TABLAS XX

ÍNDICE DE FIGURAS XXV

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1

 1.1 Identificación del Problema. 1

 1.1.1 Descripción del Problema..... 1

 1.1.2 Formulación Interrogativa del Problema. 2

 1.1.2.1 Formulación Interrogativa del Problema General. 2

 1.1.2.2 Formulación Interrogativa de los Problemas Específicos..... 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..... 5

 1.4.1 Objetivo General. 5

 1.4.2 Objetivo Específico. 5

 1.5 Hipótesis..... 6

 1.5.1 Hipótesis General. 6

 1.5.2 Sub Hipótesis..... 6

 1.6 Definición de Variables..... 6

 1.6.1 Variable Independiente..... 6

 1.6.1.1 Indicadores de la Variable Independiente..... 7

 1.6.2 Variable Dependiente. 7

 1.6.2.1 Indicadores de la Variable Dependiente. 7



1.6.3 Cuadro de Operacionalización de Variables..... 8

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO. 9

2.1 Antecedentes de la Tesis. 9

2.1.1 Antecedentes a Nivel Local..... 9

2.1.2 Antecedente a Nivel Nacional..... 10

2.1.3 Antecedentes a Nivel Internacional..... 12

2.2 Aspectos Teóricos..... 13

2.2.1 Adobe..... 13

2.2.1.1 Definición..... 13

2.2.1.2 Composición del Adobe..... 15

2.2.1.2.1. Suelo..... 15

2.2.1.2.2 Paja..... 22

2.2.1.2.3. Agua..... 23

2.2.1.3. Instrumentos Para la Elaboración del Adobe..... 23

2.2.1.4 Características..... 25

2.2.1.5 Propiedades..... 25

2.2.1.5.1 Aislante Térmico..... 25

2.2.1.5.2 Aislante Sonoro..... 26

2.2.1.5.3 Ahorro Energético en Climatización..... 26

2.2.1.5.4 Reductores del Impacto Ambiental..... 26

2.2.1.5.5 Regenerativos..... 27

2.2.1.5.6 Resistencia del Material..... 27

2.2.1.5.7 Resistentes al Fuego..... 27

2.2.1.6. Proceso de Fabricación..... 27

2.2.1.6.1. Selección del Suelo:..... 27

2.2.1.6.2. Hidratación Previa..... 29

2.2.1.6.3. Moldeado..... 30

2.2.1.6.4. Procedimiento de Moldeado..... 30

2.2.1.6.5. Secado..... 32

2.2.1.6.6. Pulido..... 32

2.2.1.7. Formas y Dimensiones..... 33

2.2.2. Tuna..... 33

2.2.2.1 Definición..... 33

2.2.2.2 Hábitat..... 35

2.2.2.3 Características Morfológicas..... 35



2.2.2.3.1 El Tallo. 35

2.2.2.3.2. Cladodios. 36

2.2.2.3.3. Hojas. 37

2.2.2.3.4. Flores. 38

2.2.2.3.5 Fruto..... 39

2.2.2.4 Usos. 39

2.2.2.5 Mucílago de Tuna. 43

 2.2.2.5.1. Métodos de Extracción. 43

 2.2.2.5.2. Usos del Mucílago de Tuna. 46

2.2.2.6. Viscosidad..... 47

 2.2.2.6.1. Definición. 47

2.2.3. Pruebas del Análisis y Control en Campo. 49

 2.2.3.1. Selección de Suelo Apto Para la Fabricación de Adobes. 49

 2.2.3.1.1. Prueba de Color..... 49

 2.2.3.1.2. Prueba de Dental..... 50

 2.2.3.1.3. Prueba Olfativa: 51

 2.2.3.1.4. Prueba de Brillo 52

 2.2.3.1.5. Prueba del Enrollado..... 52

 2.2.3.1.6. Prueba de Resistencia Seca o de la Bolita 53

 2.2.3.1.7. Prueba de la Botella. 53

 2.2.3.1.8. Adobes de Prueba. 54

 2.2.3.1.9. Prueba a Flexión. 54

2.2.4. Ensayos de Análisis y Control en Laboratorio. 55

 2.2.4.1. Ensayos de Análisis y Control para Selección de Suelo..... 55

 2.2.4.1.1. Muestreo de un Suelo 55

 2.2.4.1.2. Contenido de Humedad. 56

 2.2.4.1.3. Límites de Atterberg 56

 2.2.4.1.4. Análisis Granulométrico del Suelo. 59

 2.2.4.1.5. Clasificación de Suelos..... 61

 2.2.4.1.6. Ensayo de Viscosidad..... 66

 2.2.4.2. Ensayos de Análisis y Control para Unidades de Adobe..... 68

 2.2.4.2.1. Ensayos para las Propiedades Físicas. 68

 a) Variación Dimensional en las Unidades de Adobe. 69

 b) Absorción en las Unidades de Adobe..... 70

 c) Succión en las Unidades de Adobe..... 71



2.2.4.2.2. Resistencia a la Compresión en Unidades de Adobe..... 72

2.2.4.2.3. Resistencia a la Erosión (Ensayo de Erosión Acelerada Swinburne – SAET) 73

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA..... 76

3.1. Metodología de la Investigación. 76

 3.1.1. Tipo de Investigación. 76

 3.1.2. Nivel de la Investigación. 76

 3.1.3. Método de la Investigación. 76

3.2. Diseño de la Investigación. 76

 3.2.1. Diseño Metodológico. 76

 3.2.2. Diseño de Ingeniería. 77

3.3. Población y Muestra..... 78

 3.3.1. Población. 78

 3.3.1.1. Descripción de la Población. 78

 3.3.1.2. Cuantificación de la Población. 78

 3.3.2. Muestra. 78

 3.3.2.1. Descripción de la Muestra. 78

 3.3.2.2. Cuantificación de la Muestra. 78

 3.3.2.3. Método de Muestreo. 80

 3.3.2.4. Criterios de Evaluación de la Muestra. 80

 3.3.3. Criterio de Inclusión. 81

3.4. Instrumentos. 82

 3.4.1. Instrumentos Metodológicos. 82

 3.4.1.1. Guías de Recolección de Datos 82

 3.4.2. Instrumentos de Ingeniería. 108

3.5. Procedimiento de Recolección de Datos..... 108

 3.5.1. Extracción de las Pencas de Tuna. 109

 3.5.1.1. Extracción Directa de Pencas de Tuna. 109

 3.5.2 Extracción del Mucílago las Pencas de Tuna. 111

 3.5.3 Pruebas de Análisis y Control en Campo y Laboratorio. 114

 3.5.3.1 Selección del Suelo Apto Para la Fabricación de Adobe en Campo. 114

 3.5.3.1.1 Prueba de Color. 114

 3.5.3.1.2 Prueba de Dental. 115

 3.5.3.1.3 Prueba Olfativa. 117

 3.5.3.1.4 Prueba de Brillo. 118



3.5.3.1.5 Prueba del Enrollado..... 119

3.5.3.1.6. Prueba de Resistencia Seca o de la Bolita. 120

3.5.3.1.7 Prueba de la Botella. 121

3.5.3.1.8. Adobes de Prueba. 123

3.5.3.1.9. Prueba de Flexión. 124

3.5.4 Ensayos de Análisis y Control del Suelo en Laboratorio. 125

3.5.4.1. Contenido de Humedad (ASTM D2216-71). 125

3.5.4.2. Límites de Atterberg (ASTM 423-66) 128

3.5.4.3 Análisis Granulométrico del Suelo. 134

3.5.4.3.1 Análisis Granulométrico del Suelo por Tamizado (NORMAS ASTM D 422-63 AASHTO Y SUCS)..... 134

3.5.5 Ensayo de Viscosidad del Mucílago de Tuna..... 136

3.5.6 Preparación de los Testigos. 142

3.5.7 Ensayos de Análisis y Control Para Unidades de Adobe en Laboratorio. ... 153

3.5.7.1. Propiedades Físicas. 153

3.5.7.1.1 Variación Dimensional. 153

3.5.7.1.2 Absorción..... 161

3.5.7.1.3 Succión..... 165

3.5.7.2 Ensayo de Resistencia a la Compresión. 169

3.5.7.3 Ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET). 174

3.6. Procedimientos de Análisis de Datos..... 179

3.6.1. Pruebas de Selección del Suelo Apto Para la Fabricación de Adobe en Campo..... 179

a) Procedimiento o Cálculo de Prueba..... 179

b) Tabla. 179

3.6.2 Ensayos de Análisis y Control del Suelo en Laboratorio. 181

3.6.2.1 Contenido de Humedad. 181

a) Procedimiento o Cálculo de Prueba..... 181

b) Tabla. 181

3.6.2.2 Límites de Atterberg. 182

a) Procedimiento o Cálculo de Prueba..... 182

b.2) Tabla. 184

3.6.2.3 Análisis de Granulométrico. 186

a) Procedimiento o Cálculo de Prueba..... 186

b) Tabla. 187

3.6.3. Ensayo de Viscosidad..... 187



a) Procedimiento o Cálculo de Prueba..... 187

b) Tabla..... 191

3.6.4 Ensayos de análisis y Control para Unidades de Adobe en Laboratorio..... 194

3.6.4.1. Variación Dimensional. 194

a) Procedimiento o Cálculo de Prueba..... 194

b) Tabla..... 194

3.6.4.2 Absorción..... 200

a) Procedimiento o Cálculo de Prueba..... 200

b) Tabla..... 200

3.6.4.3 Succión..... 202

a) Procedimiento o Cálculo de Prueba..... 202

b) Tabla..... 202

3.6.4.4 Ensayo de resistencia a compresión..... 204

a) Procedimiento o Cálculo de Prueba..... 204

b) Tabla..... 204

3.6.4.5 Ensayo de Erosión Acelerada de Swinburne. 208

a) Procedimiento o Cálculo de Prueba..... 208

b) Tabla..... 208

CAPÍTULO IV: RESULTADOS 211

4.1 Resultado de los Ensayos de Análisis y Control del Suelo en Laboratorio. 211

4.1.1 Resultado del Ensayo de Contenido de Humedad..... 211

4.1.2 Resultado del Ensayo de Límite de Atterberg..... 212

4.1.3 Resultado del Ensayo de Granulometría. 214

4.2. Resultados del Ensayo de Viscosidad..... 217

4.3 Resultados del Ensayo de Análisis y Control para Unidades de Adobe en Laboratorio..... 218

4.3.1 Resultado del Ensayo de Variación Dimensional. 218

4.3.2 Resultado del Ensayo de Absorción..... 220

4.3.3 Resultado del Ensayo de Succión..... 221

4.3.4 Resultado del Ensayo de Resistencia a Compresión..... 222

4.3.5 Resultado del Ensayo de Erosión Acelerada de Swinburne SAET..... 223

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN..... 224

Discusión N°01: 224

Discusión N°02: 224

Discusión N°03: 225



Discusión N°04:	225
Discusión N°05:	226
Discusión N°06:	227
Discusión N°07:	227
Discusión N°08:	227
Discusión N°09:	228
Discusión N°10:	228
Discusión N°11:	228
Discusión N°12:	228
Discusión N°13:	229
Discusión N°14:	229
Discusión N°15:	229
Discusión N°16:	230
GLOSARIO.....	231
GLOSARIOS DE TÉRMINOS.	233
CONCLUSIONES.	234
Conclusión N°01:	234
Conclusión N°02:	235
Conclusión N°03:	236
Conclusión N°04:	236
RECOMENDACIONES.	237
Recomendación N°1.....	237
Recomendación N°2.....	237
Recomendación N°3.....	237
Recomendación N°4.....	237
Recomendación N°5.....	237
Recomendación N°6.....	237
Recomendación N°7.....	237
Recomendación N°8.....	238
Recomendación N°9.....	238
BIBLIOGRAFÍA.	239
ANEXO.....	243
ANÁLISIS DE COSTO UNITARIOS DE ADOBES	243
PANEL FOTOGRÁFICO	246
MATRIZ DE CONSISTENCIA.	255



NORMA E.080. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA..	256
NORMA ESPAÑOLA UNE 41410 “BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA PARA MUROS Y TABIQUES”	286
MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES (EM 2000)	313



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Cuadro de Operacionalización de Variables.</i>	8
Tabla 2: <i>Clasificación de las Partículas del Suelo, Según Sistemas del U.S.D.A. y la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo.</i>	17
Tabla 3 : <i>Gradación de Suelo</i>	49
Tabla 4: <i>Adobes de Prueba.</i>	54
Tabla 5: <i>Límites de Suelo.</i>	59
Tabla 6: <i>Tamaños de Mallas Estándar en Estados Unidos</i>	60
Tabla 7: <i>Muestra de un Ejemplo</i>	60
Tabla 8: <i>Cuantificación de Variación Dimensional</i>	79
Tabla 9: <i>Cuantificación de Absorción.</i>	79
Tabla 10: <i>Cuantificación de Succión.</i>	79
Tabla 11: <i>Cuantificación de Compresión.</i>	79
Tabla 12: <i>Cuantificación Erosión Acelerada de Swinburne (SAET)</i>	79
Tabla 13: <i>Resumen de la Cuantificación de las Muestras.</i>	80
Tabla 14: <i>Formato – Ensayos en Campo para la Selección del Suelo.</i>	83
Tabla 15: <i>Formato – Ensayo de Contenido de Humedad.</i>	84
Tabla 16: <i>Formato – Ensayo de Límites de Atterberg.</i>	85
Tabla 17: <i>Formato – Ensayo de Análisis Granulométrico.</i>	86
Tabla 18: <i>Formato – Prueba de Cantidad Óptima de Agua y Mucílago en el Adobe.</i> 87	
Tabla 19: <i>Formato –Materiales Usados en la Elaboración de 01 Adobe para los Diferentes Porcentajes de Mucílago de Tuna</i>	88
Tabla 20: <i>Formato –Materiales Usados en la Elaboración de Adobes con el 0% de Mucílago de Tuna.</i>	89
Tabla 21: <i>Formato –Materiales Usados en la Elaboración de Adobes con el 25% de Mucílago de Tuna.</i>	90
Tabla 22: <i>Formato –Materiales Usados en la Elaboración de Adobes con el 50% de Mucílago de Tuna.</i>	91
Tabla 23: <i>Formato –Materiales Usados en la Elaboración de Adobes con el 75% de Mucílago de Tuna.</i>	92
Tabla 24: <i>Formato –Materiales Usados en la Elaboración de Adobes con el 100% de Mucílago de Tuna.</i>	93
Tabla 25: <i>Formato – Ensayo de Viscosidad del Mucílago de Tuna Muestra # 01.</i>	94



Tabla 26: Formato – Ensayo de Viscosidad del Mucílago de Tuna Muestra # 02. 95

Tabla 27: Formato – Ensayo de Viscosidad del Mucílago de Tuna Muestra # 03. 96

Tabla 28: Formato – Ensayo de Variación Dimensional del Adobe con 0.0% de Mucílago de Tuna. 97

Tabla 29: Formato – Ensayo de Variación Dimensional del Adobe con 25% de Mucílago de Tuna. 98

Tabla 30: Formato – Ensayo de Variación Dimensional del Adobe con 50% de Mucílago de Tuna. 99

Tabla 31: Formato – Ensayo de Variación Dimensional del Adobe con 75% de Mucílago de Tuna. 100

Tabla 32: Formato – Ensayo de Variación Dimensional del Adobe con 100% de Mucílago de Tuna. 101

Tabla 33: Formato – Ensayo de Absorción del Adobe. 102

Tabla 34: Formato – Ensayo de Succión del Adobe. 103

Tabla 35: Formato – Ensayo de Compresión en Adobe a los 7 Días. 104

Tabla 36: Formato – Ensayo de Compresión en Adobe a los 18 Días. 105

Tabla 37: Formato – Ensayo de Compresión en Adobe a los 30 Días. 106

Tabla 38: Formato – Ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) 107

Tabla 39: Datos de la Extracción de Penca de Tuna 110

Tabla 40: Extracción de Cantidad de Pencas y de Mucílago de Tuna 114

Tabla 41: Datos de Prueba de Color de los Suelos 115

Tabla 42: Datos de Prueba Dental de los Suelos. 116

Tabla 43: Datos de prueba Olfativa de los Suelos..... 117

Tabla 44: Datos de Prueba de Brillo de los Suelos. 118

Tabla 45: Datos de Prueba del Enrollado de los suelos..... 120

Tabla 46: Prueba de la Resistencia de la Bolita del Suelo. 121

Tabla 47: Prueba de la Botella del Suelo. 122

Tabla 48: Prueba de Adobes en Campo..... 124

Tabla 49: Datos de Prueba de Flexión en Campo. 125

Tabla 50: Recolección de Datos de Contenido de Humedad del Suelo. 127

Tabla 51: Recolección de Datos de Límites de Atterberg 133

Tabla 52: Recolección de Datos de Análisis Granulométrico por Tamizado. 136

Tabla 53: Ensayo de Viscosidad del Mucílago de Tuna Muestra #01. 139

Tabla 54: Ensayo de Viscosidad del Mucílago de Tuna Muestra #02. 140



Tabla 55: Ensayo de Viscosidad del Mucílago de Tuna Muestra #03. 141

Tabla 56: Prueba de Cantidad Óptima de Agua y Mucílago en el Adobe. 146

Tabla 57: Materiales Usados en la Elaboración de 01 Adobe para los Diferentes Porcentajes de Mucílago de Tuna. 147

Tabla 58: Materiales Usados en la Elaboración de Adobes con 0.0% de Mucílago de Tuna. 148

Tabla 59: Materiales Usados en la Elaboración de Adobes con 25% de Mucílago de Tuna. 149

Tabla 60: Materiales Usados en la Elaboración de Adobes con 50% de Mucílago de Tuna. 150

Tabla 61: Materiales Usados en la Elaboración de Adobes con 75% de Mucílago de Tuna. 151

Tabla 62: Materiales Usados en la Elaboración de Adobes con 100% de Mucílago de Tuna. 152

Tabla 63: Recolección de Datos Ensayo de Variación Dimensional del Adobe con 0% de Mucílago de Tuna. 156

Tabla 64: Recolección de Datos Variación Dimensional de adobe con 25% de Mucílago de Tuna. 157

Tabla 65: Recolección de Datos Variación Dimensional de Adobes con 50% de Mucílago de Tuna. 158

Tabla 66: Recolección de Datos Variación Dimensional de Adobes con 75% de Mucílago de Tuna. 159

Tabla 67: Recolección de Datos Variación Dimensional de Adobes con 100% de Mucílago de tuna. 160

Tabla 68: Recolección de Datos Ensayo de Absorción del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%. 164

Tabla 69: Recolección de Datos Ensayo de Succión del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%. 168

Tabla 70: Recolección de Datos Ensayo a Compresión en Adobe del 0%, 25%, 50%, 75% y 100% pasado los 7 Días. 171

Tabla 71: Recolección de Datos Ensayo a Compresión en Adobe del 0%, 25%, 50%, 75% y 100% pasado los 18 Días. 172

Tabla 72: Recolección de Datos Ensayo a Compresión en Adobe del 0%, 25%, 50%, 75% y 100% pasado los 30 Días 173



Tabla 73: Recolección de Datos Ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) en Adobe del 0%, 25%, 50%, 75% y 100% pasado los 30 Días. 177

Tabla 74: Recolección de Datos Ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) en Adobe del 0%, 25%, 50%, 75% y 100% pasado los 30 Días. 178

Tabla 75: Cálculo para el Ensayo en Campo para la Selección del Suelo. 180

Tabla 76: Cálculo del Contenido de Humedad del Suelo. 181

Tabla 77: Cálculo del Límite de Atterberg – Limite Liquido. 183

Tabla 78: Cálculo del límite de Atterberg – limite Plástico. 185

Tabla 79: Cálculo del Análisis Granulométrico del Suelo. 187

Tabla 80: Cálculo del Ensayo de Viscosidad del Mucílago de Tuna Muestra # 01. 191

Tabla 81: Cálculo del Ensayo de Viscosidad del Mucílago de Tuna Muestra # 02. 192

Tabla 82: Cálculo del Ensayo de Viscosidad del Mucílago de Tuna Muestra # 03. 193

Tabla 83: Cálculo de la Variación Dimensional para los Testigos de Adobe con 0% de Mucílago de Tuna. 195

Tabla 84: Cálculo de la Variación Dimensional para los Testigos de Adobe con 25% de Mucílago de Tuna. 196

Tabla 85: Cálculo de la Variación Dimensional para los Testigos de Adobe con 50% de Mucílago de Tuna. 197

Tabla 86: Cálculo de la Variación Dimensional para los Testigos de Adobe con 75% de Mucílago de Tuna. 198

Tabla 87: Cálculo de la Variación Dimensional para los Testigos de Adobe con 100% de Mucílago de Tuna. 199

Tabla 88: Cálculo del Ensayo de Absorción del Adobe del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%. 201

Tabla 89: Cálculo del Ensayo de Succión del Adobe del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%. 203

Tabla 90: Cálculo de Datos Ensayo a Compresión en Adobe del 0%, 25%, 50%, 75% y 100% pasado los 7 Días. 205

Tabla 91: Cálculo de Datos Ensayo a Compresión en Adobe del 0%, 25%, 50%, 75% y 100% pasado los 18 Días. 206

Tabla 92: Cálculo de Datos Ensayo a Compresión en Adobe del 0%, 25%, 50%, 75% y 100% pasado los 30 Días. 207

Tabla 93: Criterio de aceptación o rechazo. 208



Tabla 94: Cálculo de Datos Ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) en Adobe del 0%, 25%, 50%, 75% y 100% pasado los 30 Días 209

Tabla 95: Cálculo de Datos Ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) en Adobe del 0%, 25%, 50%, 75% y 100% pasado los 30 Días 210

Tabla 96: Resultado del Contenido de Humedad del Suelo 211

Tabla 97: Resultado de los Límites de Atterberg – Límite Líquido 212

Tabla 98: Resultado de los Límites de Atterberg – Límite Plástico 213

Tabla 99: Resultado del Ensayo de Granulometría del Suelo. 214

Tabla 100: Gradación de nuestro Suelo. 216

Tabla 101: Resultado del Ensayo de Viscosidad del Mucílago. 217

Tabla 102: Resultados Porcentaje de Variación Dimensional de los Testigos de Adobe con Diferentes Porcentajes de Mucílago. 218

Tabla 103: Resultados de Absorción para los Testigos de Adobe con Diferentes Porcentajes de Mucílago..... 220

Tabla 104: Resultados de Succión Para los Testigos de Adobe con Diferentes Porcentajes de Mucílago..... 221

Tabla 105: Resultado del Ensayo de Resistencia a Compresión de los Testigos a los 7,18 Y 30 Días de Secado en los Diferentes Porcentajes de Mucílago..... 222

Tabla 106: Resultados del Ensayo de Erosión Acelerada de Swinburne (SAET) de los Testigos con Diferentes Porcentajes de Mucílago. 223

Tabla 107: % de Variación en el Ensayo de Resistencia a Compresión. 234

Tabla 108: % de Variación en el Ensayo de Erosión Acelerada de Swinburne 235

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura N° 1: Casa de Adobe Colapsada por Fuertes Lluvias en Cusco.</i>	<i>2</i>
<i>Figura N° 2: Adobe.</i>	<i>14</i>
<i>Figura N° 3: Clases Texturales Diagrama Triangular.</i>	<i>18</i>
<i>Figura N° 4: Arcilla.</i>	<i>19</i>
<i>Figura N° 5: Limo.</i>	<i>21</i>
<i>Figura N° 6 : Cuadros de Clasificación.</i>	<i>22</i>
<i>Figura N° 7: La Paja.</i>	<i>23</i>
<i>Figura N° 8: Instrumentos Para Elaborar Adobes.</i>	<i>24</i>
<i>Figura N° 9: Adobera.</i>	<i>24</i>
<i>Figura N° 10: Propiedades de los Adobes.</i>	<i>25</i>
<i>Figura N° 11: Selección del Suelo.</i>	<i>29</i>
<i>Figura N° 12: Moldeado del Adobe.</i>	<i>31</i>
<i>Figura N° 13: Moldeado del Adobe.</i>	<i>31</i>
<i>Figura N° 14: Secado del Adobe.</i>	<i>32</i>
<i>Figura N° 15: Adobes con sus Dimensiones Comerciales en el Cusco.</i>	<i>33</i>
<i>Figura N° 16: Extracción de las Pencas.</i>	<i>34</i>
<i>Figura N° 17: Tuna.</i>	<i>34</i>
<i>Figura N° 18: Arquitectura de Planta Adulta Tuna Mostrado las Pencas o Cladodios que Forman el Tallo y dan Origen a los Frutos.</i>	<i>36</i>
<i>Figura N° 19: Parámetros Morfométricos del Cladodio Considerados en Trabajos de Investigación, a) Largo, b) Ancho c) Perímetro y d) Grosor.</i>	<i>37</i>
<i>Figura N° 20: Cladodios Mostrando las Areolas y Espinas.</i>	<i>38</i>
<i>Figura N° 21: Flores de la Penca.</i>	<i>38</i>
<i>Figura N° 22: Planta Tuna con Frutos en Distintas Fases de Maduración.</i>	<i>39</i>
<i>Figura N° 23: Diferentes Formas de Utilización de la Tuna. A) Pencas Frescas Para Conserva, B) Licores, C) Fruto Fresco D) Ensaladas.</i>	<i>42</i>
<i>Figura N° 24: Mucílago de Tuna.</i>	<i>43</i>
<i>Figura N° 25: Remojo de las Hojas de Tuna Para la Obtención de la Goma.</i>	<i>44</i>
<i>Figura N° 26: Proceso de Extracción (A) Troceado, (B) Macerado y (C,D,E,F) Filtrado del Mucílago de Tuna.</i>	<i>45</i>
<i>Figura N° 27: Método de Extracción.</i>	<i>45</i>
<i>Figura N° 28: Interpretación de la Fórmula del Experimento.</i>	<i>48</i>



Figura N° 29: Colores de la Tierra..... 50

Figura N° 30: Prueba Dental. 51

Figura N° 31: Prueba Olfativa..... 51

Figura N° 32: Prueba del Brillo..... 52

Figura N° 33: Prueba del Enrollado. 53

Figura N° 34: A Bola Hecha con Suelo, B: Ruptura de la Bola..... 53

Figura N° 35: Prueba de la Botella..... 54

Figura N° 36: Prueba de Flexión 55

Figura N° 37: Límites de Atterberg e Índices con ellos Asociados..... 57

Figura N° 38: Cuchara de Casagrande..... 58

Figura N° 39: Plasticidad de Casagrande..... 58

Figura N° 40: Muestra los Tamices que se Usan en el Zarandeado..... 60

Figura N° 41: Símbolo de Grupo (SUCS)..... 62

Figura N° 42: Tipología de Suelos (SUCS). 62

Figura N° 43: Carta de Casagrande Para Suelos de Grano Fino..... 64

Figura N° 44: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos 65

Figura N° 45: Clasificación del Material Granulares Aashto..... 66

Figura N° 46: Jarra con Fluido 67

Figura N° 47: Cronometro. 68

Figura N° 48: Variación Dimensional..... 69

Figura N° 49: Fuerzas a Compresión que se Ejercer Sobre el Adobe. 73

Figura N° 50: Equipo de Ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET)..... 74

*Figura N° 51: La Construcción del Equipo de Ensayo de Erosión
Acelerada Swinburne (SAET) 75*

Figura N° 52: Diseño de Ingeniería. 77

Figura N° 53: Selección de la tunera. 109

Figura N° 54: Extracción de Pencas de Tuna 110

Figura N° 55: Acarreo de las Pencas de Tuna de Calca – Cusco. 110

Figura N° 56: Eliminación de Espinas de la Penca de la Tuna. 111

Figura N° 57: Lavado de Penca de la Tuna..... 112

Figura N° 58: Cortado de Penca de Tuna..... 112

Figura N° 59: Pesado del Agua y de las Pencas Cortadas..... 113

Figura N° 60: Macerado de las Pencas. 113

Figura N° 61: Obtención del Mucílago de Tuna 114



Figura N° 62: Observación de las 3 Muestras de Suelos 115

Figura N° 63: Prueba de la Mordedura..... 116

Figura N° 64: Prueba Olfativa de los Suelos 117

Figura N° 65: Prueba de Brillo..... 118

Figura N° 66: Prueba del Enrollado en Campo del Suelo..... 119

Figura N° 67: Prueba de la Resistencia de la Bolita del Suelo..... 121

Figura N° 68: Prueba de la Botella..... 122

Figura N° 69: Elaboración Previa de los Adobes..... 123

Figura N° 70: Prueba de Flexión en Campo..... 124

Figura N° 71: Peso de la Capsula de Aluminio Vacío 126

Figura N° 72: Colocado y Secado de la Muestra del Suelo Húmedo en el Horno 126

Figura N° 73: Peso del Suelo Seco más el Peso del Recipiente. 127

Figura N° 74: Destrucción de la Estructura Original del Suelo. 128

Figura N° 75: Zarandeado de Muestra de Suelo 129

Figura N° 76: Ajustado del Aparato de Límite Líquido 129

Figura N° 77: Mezclado del Suelo con Agua 130

Figura N° 78: Prueba de Copa de Casa Grande 131

Figura N° 79: Peso del Suelo Extraído del Ensayo 131

Figura N° 80: Amasado del Suelo Para Límite Plástico..... 132

Figura N° 81: Enrollado del Suelo..... 132

Figura N° 82: Límite Plástico del Suelo 133

Figura N° 83: Peso del Suelo Seco Seleccionado. 134

Figura N° 84: Secado en Horno a 110°c del Suelo Lavado. 134

Figura N° 85: Tamizado del Suelo Seco..... 135

Figura N° 86: Peso del Suelo Retenido en Tamizado 135

Figura N° 87: Granulometría del Suelo en Laboratorio 135

Figura N° 88: Jarra con Mucílago de Tuna 138

Figura N° 89: Canicas y Cronometro del Celular. 138

*Figura N° 90: Tamizado y Seleccionado de la Tierra Para los Diferentes %
de Mucílago* 142

*Figura N° 91: Distribución de la Tierra en Diferentes Montones Para Cada % de
Mucílago* 143

Figura N° 92: Cortado de la Paja en Tamaños de 10 cm 143



Figura N° 93: Añadimos los Porcentajes de Cada Muestra ya sea de Mucílago y de Agua. 144

Figura N° 94: Se Coloca el Barro a Dormir Durante 1 Día. 144

Figura N° 95: Elaboración del Adobe..... 145

Figura N° 96: Almacenado de los Adobes. 145

Figura N° 97: Selección de 10 und de Adobes por Cada Porcentaje. 153

Figura N° 98: Medida de Adobes de las Superiores e Inferiores Caras 154

Figura N° 99: Medida de las Alturas de los Adobes 154

Figura N° 100: Medida de los Costados del Adobe..... 155

Figura N° 101: Secado de las Unidades de Adobes en el Horno Durante 24 Hrs. 161

Figura N° 102: Enfriar las Unidades de Adobes en Espacios Abiertos Después de Extraerlos del Horno. 162

Figura N° 103: Medida de la Temperatura del agua, Testigos Sumergido..... 162

Figura N° 104: Retirado de los Especímenes del Baño..... 163

Figura N° 105: Peso de los Especímenes Después de los 5 Minutos Recomendados..... 163

Figura N° 106: Secado de las Especímenes de Adobes Durante 24 hrs. 165

Figura N° 107: Medición de la Variación de Dimensión de las Unidades de Adobes Para el Ensayo de Absorción..... 166

Figura N° 108: Preparado de la Bandeja Para la Prueba de Succión. 166

Figura N° 109: Prueba de Succión del Testigo de Adobe Durante 1 Minuto..... 167

Figura N° 110: Secado del Espécimen y Registro del Peso del Testigo al Concluir la Prueba de Succión. 167

Figura N° 111: Seleccionado de Adobes en Forma Aleatoria. 169

Figura N° 112: Ensayo de Compresión..... 170

Figura N° 113: Falla del testigo Expuesto a Compresión..... 170

Figura N° 114: Resultado a los 30 días de la Fuerza a la Compresión de un Adobe con 100% de Mucílago de Tuna. 170

Figura N° 115: Seleccionado de los Adobes de Forma Aleatoria para el Ensayo de SAET 174

Figura N° 116: Instalación del equipo de SAET, Tomando en Cuenta las Medidas de la Norma Española..... 175

Figura N° 117: Inicio del Ensayo de SAET. 175

Figura N° 118: Proceso del ensayo SAET..... 176



Figura N° 119: Peso de la Canica en (g)..... 188

Figura N° 120: Tomamos De La Altura De La Jarra Con Mucílago De Tuna..... 189

Figura N° 121: Toma de Tiempo que Transcurre la Canica en Llegar al Fondo. 190

Figura N° 122: Diagrama de Barras Comparativo del Contenido de Humedad del Suelo. 211

Figura N° 123: Resultados de límite líquido del Suelo 212

Figura N° 124: Resultados de límite Plástico del Suelo. 213

Figura N° 125: Resultado de la Curva Granulometría del Suelo..... 214

Figura N° 126: Gradación del Suelo. 216

Figura N° 127: Resultado de la curva de Viscosidad del Mucílago. 217

Figura N° 128: Porcentaje de Variación Dimensional (Largo) 218

Figura N° 129: Porcentaje de Variación Dimensional (Ancho) 219

Figura N° 130: Porcentaje de Variación Dimensional (Altura) 219

Figura N° 131: Curva de Variación de los Valores de Absorción de Testigos con Diferentes Porcentajes de Mucílago. 220

Figura N° 132: Curva de Variación de los Valores de Absorción de Testigos con Diferentes Porcentajes de Mucílago. 221

Figura N° 133: Diagrama en Barras de Resultados de Resistencia a Compresión de los Testigos a los 7,18 Y 30 Días de Secado en los Diferentes Porcentajes de Mucílago..... 222

Figura N° 134: Diagrama en Barras de Resultados del Ensayo de Erosión Acelerada de Swinburne (SAET) de los Testigos con Diferentes Porcentajes de Mucílago. 223

Figura N° 135: Diagrama del % de Variación en el Ensayo de Resistencia a Compresión 234

Figura N° 136: Diagrama del % de Variación en el Ensayo de Erosión Acelerada de Swinburne 235



CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Identificación del Problema.

1.1.1 Descripción del Problema.

Los adobes comerciales en la actualidad poseen bajas propiedades tanto mecánicas y físicas, por tal motivo se debe de empezar a fabricar adobes mejorados.

Se realizó estudios de esfuerzos de rotura mínimos para los adobes tradicionales que se fabrican en la actualidad, concluyendo que ninguno cumple con la norma E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada, entonces es momento de dar a conocer el adobe mejorado de manera económica y natural, como es el mucílago de tuna en reemplazo del agua, el cual tendrá mejores propiedades mecánicas y físicas que el adobe tradicional de la actualidad que viene fabricándose sin ninguna clase de supervisión ni control, siendo esta una nueva propuesta orientado con la norma E. 080.

Los adobes tradicionales de la actualidad presentan muchas fallas en viviendas, como rajaduras, erosión por humedad y asentamientos. La fabricación del adobe con sustitución del agua por mucílago de tuna en porcentaje respecto a su peso, se realizó progresivamente, incrementando el porcentaje de mucílago en vez de agua; se tomó como referencia y como adobe Tradicional al que tuvo el 0% de mucílago, luego se sustituyó un 25% de agua por mucílago, 50 % de agua por mucílago, un 75 % de agua por mucílago y finalmente se puso solo mucílago de tuna sin nada de agua viniendo a ser esta la del 100%, este adobe mejorado se realizó basándonos en la norma E.080. Con la cual se buscó mejorar las propiedades mecánicas y físicas del adobe.

Para comprobar si el adobe de la actualidad tiene bajas resistencias a la compresión, y a la erosión del agua, se realizó el análisis comparativo de la elaboración del adobe con sustitución del agua por mucílago en los porcentajes mencionados tomando de referencia el adobe con 0% de mucílago (adobe tradicional).



Figura N° 1: Casa de Adobe Colapsada por Fuertes Lluvias en Cusco.
Fuente propia.

1.1.2 Formulación Interrogativa del Problema.

1.1.2.1 Formulación Interrogativa del Problema General.

¿Cuál será la evaluación de la erosión y la resistencia a compresión de adobes con sustitución parcial y total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%?

1.1.2.2 Formulación Interrogativa de los Problemas Específicos.

- **Pregunta Específica N° 01**

¿Cuál será la resistencia a compresión de adobes con sustitución parcial y total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%?

- **Pregunta Específica N° 02**

¿Cuál será el resultado al realizar el ensayo de erosión en las unidades de adobes con sustitución parcial y total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%?

- **Pregunta Específica N° 03**

¿Cuál será el porcentaje de variación de las propiedades físicas de la unidad de adobe con sustitución parcial y total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%?



total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

1.2 Justificación e Importancia de la Investigación.

1.2.1 Justificación Técnica.

Esta investigación se desarrolla en el contexto de la ingeniería civil en la especialidad de materiales de construcción, donde se ampliarán temas de unidad de albañilería enfocándonos en unidades de adobe mejorados que nos permita obtener adobes con mejor comportamiento, resistencia compresión en relación con los efectos erosivos del agua.

Según la NTP E0.80; define al adobe estabilizado aquel 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 presencia de humedad.

La investigación aspira a crear adobes estabilizados con mucílago de tuna.

1.2.2 Justificación Social.

La elaboración de adobe estabilizado con mucílago de tuna, tendrá un aporte importante en las investigaciones futuras para los estudiantes de la de Escuela Profesional de Ingeniería Civil, así como para los estudiantes de otras Escuelas profesionales de la Universidad Andina del Cusco, porque a partir de esta se podrán generar investigaciones futuras.

En la medida que estos resultados se difundan, los beneficiarios podrán ser los fabricantes de adobes artesanales y las familias que construyen sus viviendas con adobe.

Así mismo esta investigación contribuirá a orientar a los estudiantes y profesionales que tengan cierto interés en las estructuras de adobe.

1.2.3 Justificación por Viabilidad.

Los investigadores cuenta con el tiempo necesario para realizar todo el proceso de nuestra investigación, hasta llegar a la culminación de la misma; así como los recursos económicos para la obtención de los materiales y la realización de todos los ensayos requeridos en la investigación.

Los materiales usados para este trabajo de investigación son de fácil acceso al poblador común; la difusión y comprensión de esta técnica de construcción es relativamente fácil de difundir y entender.



total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

En la Universidad Andina del Cusco, se cuentan con todos los instrumentos requeridos para la realización de los ensayos de este trabajo de investigación y adicionalmente se elaborará el aparato SAET para el ensayo de erosión.

En nuestro país contamos con la norma vigente NTP E 0.80, y de referencia para el ensayo de erosión se tiene la Norma Española (UNE 41410).

1.2.4 Justificación por Relevancia.

Este proyecto, espera contribuir a desarrollar ideas para aplicarse en futuras obras y sirva como pauta a la creatividad de los ingenieros constructores que se especialicen en materiales de construcción.

El uso de adobes estabilizados con mucílago de tuna servirá para la construcción de viviendas que mejoren la vulnerabilidad a los efectos del agua, la resistencia a compresión y de esta manera evitar el colapso repentino, salvando vidas humanas.

1.3 Limitaciones de la Investigación.

La investigación no cuenta con antecedentes bibliográficos ya que dentro de la bibliografía estudiada no se ha encontrado antecedentes para estudios en la ciudad del Cusco, por ello tiende a experimentar valores que podrían variar conforme a la precisión de los ensayos de laboratorio. Así tenemos:

- 1) La investigación se limita al uso del material del Distrito de San Sebastián en la Vía Expresa altura de San Miguel de la ciudad del Cusco.
- 2) Se limita al estudio de la unidad de albañilería del adobe.
- 3) Este estudio se limita a la evaluación de las propiedades físicas que en este caso se consideró a la Variación Dimensional, Succión, Absorción y a las propiedades mecánicas que en este caso se considera a la Resistencia a Compresión y al ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) del adobe con sustitución parcial y total del agua por mucílago de tuna.
- 4) El estudio se limita a las medidas del adobe que se elaboraron por los tesisistas, de 25cm x 13 cm x 10 cm, las cuales cumplen con lo requerido en la norma E 0.80 Diseño y Construcciones con Tierra Reforzada.
- 5) El presente estudio se limita a la utilización del agua potable a temperatura ambiente.



total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

- 6) Esta tesis se limita a la adición de mucílago de tuna en 0%, 25%, 50%, 75% y 100%
- 7) Se limita al uso de pencas de tuna extraídas de la Región del Cusco (Valle Sagrado - Calca).
- 8) Se limita al uso de porcentajes de mucílago de tuna con respecto al peso del agua.
- 9) A realizar los ensayos con la gradación de suelo requerida según la Norma E0.80.
- 10) A la obtención del mucílago de manera manual.
- 11) A la obtención del mucílago en 18 días a una temperatura ambiente.
- 12) A la aplicación de la norma E.080 para Ensayos de Compresión en Cubos.
- 13) A la aplicación de la norma española UNE 41410 *Bloques De Tierra Comprimida* para el ensayo de Erosión Acelerada de Swinburne (SAET).
- 14) El presente estudio se limita al secado y curado del adobe durante 30 días.
- 15) Al uso del equipo mecánico elaborado por los tesistas para el ensayo de Erosión Acelerada Swinburne.

1.4 Objetivo de la Investigación.

1.4.1 Objetivo General.

Evaluar la erosión y la resistencia a compresión de Adobes con sustitución parcial y total de agua por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.

1.4.2 Objetivo Específico.

- **Objetivo Específico N° 01**

Evaluar la resistencia a compresión de adobes con sustitución parcial y total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.

- **Objetivo Específico N° 02**

Evaluar la erosión en las unidades de adobes con sustitución parcial y total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.

- **Objetivo Específico N° 03**



total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Realizar el análisis comparativo en porcentajes de las propiedades físicas, de las unidades del adobe con sustitución parcial y total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.

1.5 Hipótesis.

1.5.1 Hipótesis General.

Al elaborar unidades de adobes sustituyendo el agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%, los resultados de la evaluación en la erosión reducen y la resistencia a compresión del adobe aumenta conforme se incremente la cantidad de mucílago.

1.5.2 Sub Hipótesis.

- **Sub Hipótesis N° 01**

Al elaborar unidades de adobes sustituyendo el agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%, los resultados de la evaluación en la erosión reducen conforme se incremente la cantidad de mucílago.

- **Sub Hipótesis N° 02**

Al elaborar unidades de adobes sustituyendo el agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%, el resultado de la resistencia a compresión del adobe aumenta conforme se incremente la cantidad de mucílago.

- **Sub Hipótesis N° 03**

En las unidades de adobe con sustitución de agua en peso por mucílago de tuna con mayores porcentajes presenta mejores propiedades físicas que las unidades de adobe sustituidas en menores porcentajes.

1.6 Definición de Variables.

1.6.1 Variable Independiente.

- X1: Relación agua / mucílago; Comparación entre la cantidad de agua y mucílago óptimos para la elaboración de unidades de adobe.



total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

1.6.1.1 Indicadores de la Variable Independiente.

- Indicadores de la variable X1:
 - Peso del Agua (gr); Valor del peso de Agua.
 - Peso del Mucílago (gr); valor del peso de Mucílago.

1.6.2 Variable Dependiente.

- Y1: Esfuerzo a Compresión (E); Esfuerzo máximo que soporta la unidad de adobe bajo una carga.
- Y2: Ensayo de Erosión (SAET); Ensayo para determinar si el adobe se considera apto o no apto frente al efecto erosivo del agua.
- Y3: Propiedades Físicas; En el presente trabajo de investigación, consideramos los siguientes ensayos.
 - Variación Dimensional (D); consiste en medir las unidades de adobes, el largo, el ancho y el alto, con precisión de 1mm.
 - Succión (S); cantidad de agua que puede ascender por tención capilar a un adobe.
 - Absorción (Ab); capacidad de absorción de las unidades de adobes cuando alcanzan un estado de saturación.

1.6.2.1 Indicadores de la Variable Dependiente.

- Indicador de la variable Y1:
 - Esfuerzo a compresión (F_b); Valor de la resistencia a compresión del adobe (kg/cm^2)
- Indicador de la variable Y2:
 - Profundidad de la oquedad (D); Altura de la oquedad en (mm.)
- Indicador de la variable Y3:
 - Peso en estado seco (W_d); Valor del peso en estado seco del adobe en (Kg.)
 - Peso en estado saturado (W_s); Valor del peso en estado saturado del adobe en (Kg.)
 - Peso en estado húmedo (W_w); Valor del peso en estado humedo del adobe en (Kg.)
 - Altura (h); Medida en (cm.)
 - Longitud (l); Medida en (cm.)
 - Ancho (a); Medida en (cm.)

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

1.6.3 Cuadro de Operacionalización de Variables.

Tabla 1: Cuadro de Operacionalización de Variables.

CUADRO DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES							
TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	DESCRIPCIÓN	NIVEL	INDICADOR		UND.	INSTRUMENTO
INDEPENDIENTE	Relación agua/mucilago	Comparación entre la cantidad de agua y mucilago óptimos para la elaboración de unidades de adobe.	Se considera: *% de mucilago optimo *% de agua optimo	1. Peso del Agua. 2. Peso del Mucilago		*gr	*normas tecnica peruana (ntp e0.80) *norma española (une 41410) *archivos electronicos *tesis * fichas y formatos de campo
	Resistencia a la Compresión (fo)	Esfuerzo máximo que soporta la unidad de adobe bajo una carga.	Resistencia a los 28 días	1. Esfuerzo a compresión (E)		*kg/cm2	*Formato de laboratorio *Norma E0.80
DEPENDIENTE	Ensayo de Erosión (SAET)	Ensayo para determinar si el adobe se considera apto o no apto frente al efecto erosivo del agua.	Se considera: *Bloque apto *Bloque no apto	*Profundidad de oquedad		*mm	*Norma española (UNE 41410) *formato de laboratorio
	Propiedades Físicas	En el presente trabajo de investigacion, consideramos los siguientes ensayos: absorcion (ab) y succión (S), referencia marco teorico	Diemsiones de adobe	Variación Dimensional (Vd)	*Longitud (l) *Altura (h)	*cm *cm	*Formato de laboratorio. *NTP 399.604. *NTP 399.613
			(Ab): 24 horas	Absorción (Ab)	* Peso en estado seco (Wd) *Peso en estado saturado (Ws) *Longitud (l) *Ancho (a)	*kg *kg *cm *cm	*Formato de laboratorio *NTP 399.604. *NTP 399.613.
			(S): 1min ± 1seg	Succión (S)	* Peso en estado seco (Wd) *Peso en estado humedo (Ww) *Longitud (l) *Ancho (a) *Altura (h)	*kg *kg *cm *cm *cm	*Formato de laboratorio *NTP 399.613

Nota. Fuente propia.



CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.

2.1 Antecedentes de la Tesis.

2.1.1 Antecedentes a Nivel Local.

Autores: Sara Chutas, Rosa María

Champi Chávez, Luis Abimael

Título: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL ADOBE MEJORADO DE 0.40 M X 0.15 M X 0.20 M CON GEOMALLA BIAxIAL E IMPERMEABILIZANTE Y EL ADOBE TRADICIONAL EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO EN LA A.P.V DE TEJAS Y LADRILLOS EN PETROPERÚ"

Universidad: Universidad Andina del Cusco

Lugar: Cusco, Perú.

Año: Publicación 2016

Resumen:

Esta investigación inicio con el estudio de las propiedades del suelo seleccionado para el adobe mejorado, luego se procedió a la fabricación de adobes con paja de porcentajes 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% con respecto a la masa del suelo y de longitudes de 10cm, 20cm, 30cm, 40cm, mostrando mejores propiedades el adobe de 1.5% de masa y de 20cm de longitud de paja. Después se procedió con la incorporación de arena al adobe en porcentajes de 55%, 60%, 65%, 70%, mostrando resultados desfavorables a la resistencia a compresión cuando se le agrega la arena al adobe, pero a la resistencia a la flexión ocurre lo contrario mostrando mejor característica el adobe con 55% de masa con respecto al suelo. También se le incorpora geomalla biaxial de dimensiones 0.38m X 0.18m en cantidades de 1, 2, 3, 4 y 5, presentando mejor resistencia a flexión la que contiene 2 geomallas. Por último, se le hizo un recubrimiento con impermeabilizante para mejorar su propiedad a la absorción, se utilizó cuatro productos los cuales son Chema top, majestad, Igol sellamuro sika y moistek tecno, el que mejor resultado tiene a la resistencia a la absorción es majestad.



total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Con esto último se hizo la comparación de un adobe tradicional con el adobe mejorado, este último presenta mejores propiedades mecánicas y físicas en un 26.76 % con respecto al adobe tradicional en el esfuerzo a compresión y un 5.53% con respecto al esfuerzo a flexión. El adobe tradicional no muestra ninguna resistencia a la absorción debido a que se desmenuza en presencia de agua lo que hace difícil cuantificar la absorción, pero en cambio el adobe con impermeabilizante majestad pasado las 24 horas sumergido en agua tiene una absorción de 3.53%. Por otra parte, en el costo por unidad de adobe mejorado es de 22.72% mayor que un adobe tradicional.

Conclusiones:

Por lo que se concluye que el adobe mejorado tiene mayores resistencias a compresión, resistencia a flexión y resistencia a absorción frente a un adobe tradicional.

2.1.2 Antecedente a Nivel Nacional.

Autores: Carlos Bravo A.

Jocelyn Romsay

Título: “EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CAL Y GOMA DE TUNA”

Universidad: Universidad Nacional Agraria La Molina

Lugar: Lima, Perú.

Año: Publicación 2007

Resumen:

La presente investigación pretende evaluar el comportamiento físico mecánico del adobe estabilizado con cal y goma de tuna, alternativa de estabilización natural y económicamente viable y que permiten la auto construcción en gran parte del Perú. Para ello se seleccionó un suelo adecuado y se elaboraron testigos sin estabilizar y estabilizados con cal y goma de tuna, en proporciones, respecto al peso del suelo seco, de 2%, 5% y 8% y 1.5%, 3% y 5% respectivamente. A manera de evaluar el comportamiento de cada uno de los tratamientos, luego de un mes de secado, los testigos fueron sometidos a las pruebas de variación de dimensiones, resistencia a la compresión, absorción, humedecimiento y secado y erosión. El análisis de resultados se realizó mediante las



total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

pruebas estadísticas de análisis de varianza, Duncan y Dunnett. Luego de evaluar los resultados obtenidos, compararlos entre sí y con las Normas vigentes en el Perú, se concluyó: - La goma de tuna, como estabilizante, no otorga mejoras significativas a las propiedades físico- mecánicas del adobe. - Por el contrario, la estabilización con cal mejora considerablemente, todas las propiedades evaluadas de resistencia y durabilidad del adobe. Sería recomendable seguir con las investigaciones del uso de la cal en la estabilización del adobe, a modo de comprobar el incremento de la resistencia a la fuerza compresiva con el tiempo, aspecto que no pudo ser evaluada en la presente investigación. Es importante, además, investigar otras tecnologías que mejoren las condiciones de vivienda del adobe en el Perú, considerando su viabilidad económica y realidad socio-cultural de la población; y difundir, en el país, tanto las continuas mejoras como las obtenidas anteriormente en el Perú y el mundo

Conclusiones:

En los adobes estabilizados con goma de tuna, la trabajabilidad se vio disminuida por la adición de la goma, y es por esto que los grados de compactación obtenidos no fueron uniformes. Esto explica las variaciones obtenidas en los ensayos de erosión.

La presencia de cal en el adobe mejora la resistencia a la erosión por efecto del agua, logrando una durabilidad mucho mayor que en el caso de adobes sin estabilizar o estabilizados con goma de tuna en proporciones bajas.

Considerando los resultados de las pruebas desarrolladas en la presente investigación, podemos afirmar lo siguiente:

La goma de tuna, como estabilizante, no otorga mejoras significativas a las propiedades físico-mecánicas del adobe. Sin embargo, se ha demostrado en otras investigaciones (PUCP), que tiene un buen comportamiento cuando se le utiliza para enlucidos en porcentajes mayores a los evaluados en esta investigación (por encima del 10%).

Por el contrario, la estabilización con cal mejora considerablemente las propiedades de resistencia ante la presencia de agua del adobe.

La estabilización con cal disminuye la resistencia del adobe en los primeros meses, pero con el tiempo esta resistencia se incrementará llegando a valores iguales o mayores a los del suelo sin estabilizar.



total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Además, puede llegar a alcanzar valores mayores si se somete a un proceso de curado durante el secado de los bloques.

2.1.3 Antecedentes a Nivel Internacional.

Autores: Aranda Jiménez, Yolanda Guadalupe

Suárez Domínguez, Edgardo Jonathan

Título: “EFECTO DE LA IMPERMEABILIDAD DEL MUCÍLAGO DE NOPAL EN BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDOS”.

Universidad: Universidad De La Salle Bajío León.

Lugar: Guanajuato, México.

Año: Publicación 2013

Resumen:

La arquitectura de tierra es conocida desde hace siglos, sin embargo, actualmente es poco utilizada comparado con los sistemas constructivos comunes. Los bloques de tierra comprimido (BTC) son elementos constructivos con un potencial elevado para ser utilizado en las construcciones de vivienda en México, principalmente por su similitud con los bloques tradicionales, siendo conveniente mejorar sus características a partir de un estabilizante. Se realizó el estudio de BTC estabilizados con cemento y una sustancia proveniente de las pencas maduras de nopal. Se encontró que al añadir mucílago de nopal se observa un incremento significativo de la resistencia a la compresión húmeda y seca, lo cual está relacionado con una disminución de la porosidad; se ofrecen algunas relaciones del efecto del mucílago en el sólido analizado.

Conclusiones:

En cuanto a las relaciones establecidas:

Se encontró que los bloques de tierra comprimido incrementan significativamente la resistencia a la compresión seca y húmeda hasta un $61.5 \pm 4.6\%$.

Relación volumen/porosidad: La porosidad disminuye conforme se incrementa la concentración de mucílago.



total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Relación densidad/porosidad: Se observa un comportamiento extremo, donde alcanza un valor máximo para cierta concentración y a partir de esto disminuye.

Los bloques incrementan su resistencia a la abrasión lo que podría verse reflejado en su durabilidad.

Los resultados aquí obtenidos muestran que el mucílago de nopal mejora, en general, las características de los bloques de tierra comprimidos debido a la reducción de porosidad relacionado con un cambio en la permeabilidad del sólido.

El efecto del mucílago de nopal en la permeabilidad al parecer es debido a una inhibición en la interacción entre el agua y el sólido que no permite el ascenso del líquido por capilaridad.

En el experimento de campo los bloques no mostraron grietas, cuarteaduras ni aparición de moho.

2.2 Aspectos Teóricos.

2.2.1 Adobe.

2.2.1.1 Definición.

La palabra “adobe” viene del egipcio "thobe" (ladrillo); es una palabra con varios significados, el primero y más común es "ladrillo de lodo secado al sol", el segundo, "formación de lodo", y el tercero es simplemente "ladrillos de lodo".

El uso del adobe en nuestro país se remonta a épocas prehispánicas, y muchas de ellas han perdurado en el tiempo.

Es así que el uso de este material (adobe) se prolongó a lo largo de nuestra historia, por ser de fácil acceso y porque crea ambientes que mitigan el ruido y la intensa temperatura externa.

En nuestro país existen muchas casas hechas de adobe con paja, también existe la idea de que estas construcciones son más vulnerables ante el agua, debido a que el adobe perderá su fuerza estructural mientras se vuelve saturado, convirtiéndose pegajoso y eventualmente fluido.

Una de las grandes ventajas del adobe es la flexibilidad en sus modos de producción y su simplicidad de puesta en obra.

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Los ladrillos de adobe, son el material manufacturado más antiguo en el área de la construcción. (DE LA PEÑA ESTRADA D. , 2007)

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

En relación al suelo, su composición se basa en una mezcla de limo, arena y arcilla que al combinarse con el agua producen barro, pero aún existe el problema de que el material no se encuentre apto para preparar la mezcla.

La Norma E 0.80 (2006) presenta requisitos generales para el tipo de tierra a usarse en la fabricación de adobes, considerando que la gradación del suelo debe acercarse a los siguientes porcentajes: arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70%, no debiéndose utilizar suelos orgánicos.

Seguir el lineamiento de gradación es importante, puesto que de incrementar el porcentaje de arcillas se generarían grietas internas por contracción de secado, de incrementar el porcentaje de arena se perdería cohesión y de utilizar suelos orgánicos se perdería resistencia a la compresión y a la humedad.

“El adobe debe ser macizo y sólo se permite que tenga perforaciones perpendiculares a su cara de asiento, cara mayor, que no representen más de 12% del área bruta de esta cara. El adobe deberá estar libre de materias extrañas, grietas, rajaduras u otros defectos que puedan degradar su resistencia o durabilidad” (DE LA PEÑA ESTRADA D. , 2007)



Figura N° 2: Adobe.
Fuente propia.



total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Existen métodos para establecer si un suelo es apto para fabricar adobes, basándose en ensayos de campo que permiten finalmente determinar su nivel de calidad.

2.2.1.2 Composición del Adobe.

La norma nos indica una composición, “arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70% no debiéndose utilizar suelos orgánicos” (Norma Técnica E 0.80, 2006)

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 simple”.

Una de las variables que más influye en las propiedades del adobe es la relación arcilla/arena, pues si no existe arcilla la mezcla del 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.

La paja utilizada dentro de su composición interna, reduce efectivamente las contracciones debidas al secado al aire libre de los adobes y mejora su adherencia con otros materiales, por lo que se consigue mejorar el conjunto de la albañilería al incrementarse la adherencia con el mortero. La paja es cortada de 5cm de longitud.

El agua utilizada para su elaboración será bebible, limpia, libre de sustancias deletéreas, ácidos, álcalis y materia orgánica. (DE LA PEÑA ESTRADA D. , 2007)

2.2.1.2.1. Suelo.

Los suelos son por definición el material que se localiza en las capas superficiales de la corteza terrestre en donde nacen, crecen y se reproducen animales y vegetales, resultado de la desintegración de las rocas a través del tiempo, afectados por los fenómenos naturales y la vida animada que se da en la superficie. (DE LA PEÑA ESTRADA D. , 1997)

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

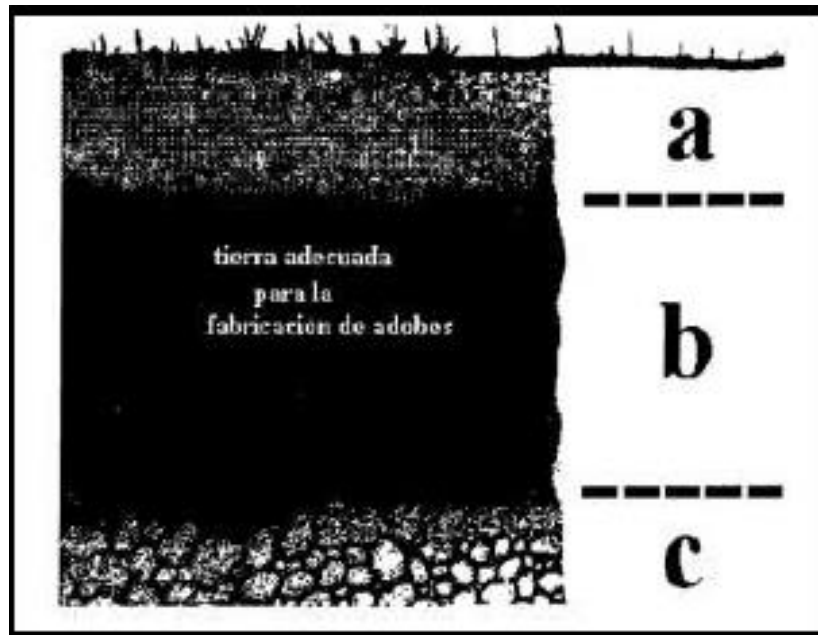


Figura N° 2: Tierra Para La Fabricación De Adobes.

Recuperado de “Adobe, Características y sus Principales usos en la Construcción” Diego de la Peña Estrada (1997).

a) Perfil.

La superficie terrestre está dividida en diferentes capas llamadas horizontales, como son; Horizonte A, suelo superficial de material desintegrado; Horizonte B, bajo suelo; y por último Horizonte C, roca madre (zona de material primario).

(DE LA PEÑA ESTRADA D. , 1997)

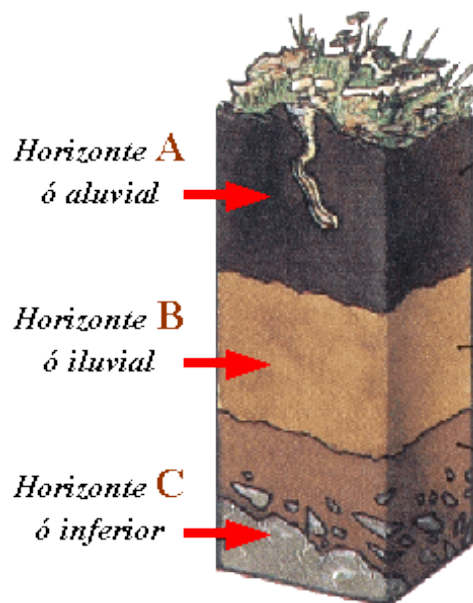


Figura N°3: Perfil del Suelo.

Recuperado de “El Perfil del Suelo”, Juan José Ibañes (2008)

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

b) Composición Físico del Suelo

La tierra de los horizontes A y B serán las que se utilicen en la fabricación de adobes, por lo tanto, es importante conocer su contenido de arenas, limos y arcillas con lo que estaremos en la posibilidad de conocer su comportamiento, sin necesidad de análisis complejos de laboratorio (DE LA PEÑA ESTRADA D. , 1997)

c) Características Físicas del Suelo

Es importante conocer las características de los componentes de los suelos, dados que si estaremos en la posibilidad de dar recomendaciones necesarias para su utilización en la fabricación de adobe tradicional o adobe estabilizado con cemento. (DE LA PEÑA ESTRADA D. , 1997)

Los componentes de los suelos se clasifican como sigue:

c.1) La Textura

Se considera partículas del suelo a las partículas minerales cuyo tamaño es menor a 2mm. Esta partícula del suelo se clasifica según su tamaño en arena, limo y arcilla, las partículas de tamaño superior a 2mm, se considera fragmentos gruesos del suelo, y se clasifican según su tamaño en grava, piedra y roca. (DE LA PEÑA ESTRADA D. , 1997)

Tabla 2: Clasificación de las Partículas del Suelo, Según Sistemas del U.S.D.A. y la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo.

ESTADOS UNIDOS		INTERNACIONAL	
Fracción del suelo	Diámetros Límites en mm		Diámetros Límites en mm
Arena muy gruesa	2.00-1.00	Arena gruesa	2.00-0.20
Arena gruesa	1.00-0.50	Arena fina	0.20-0.02
Arena media	0.50-0.25	Limos	0.02-0.002
Arena fina	0.25-0.10	Arcilla	< de 0.002
Arena muy fina	0.10-0.05		
Limos	0.05-0.002		
Arcilla	< de 0.002		
Gavande , 1976			

Nota. Recuperado de “Adobe, Características y sus Principales usos en la Construcción” Diego de la Peña Estrada (1997).

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

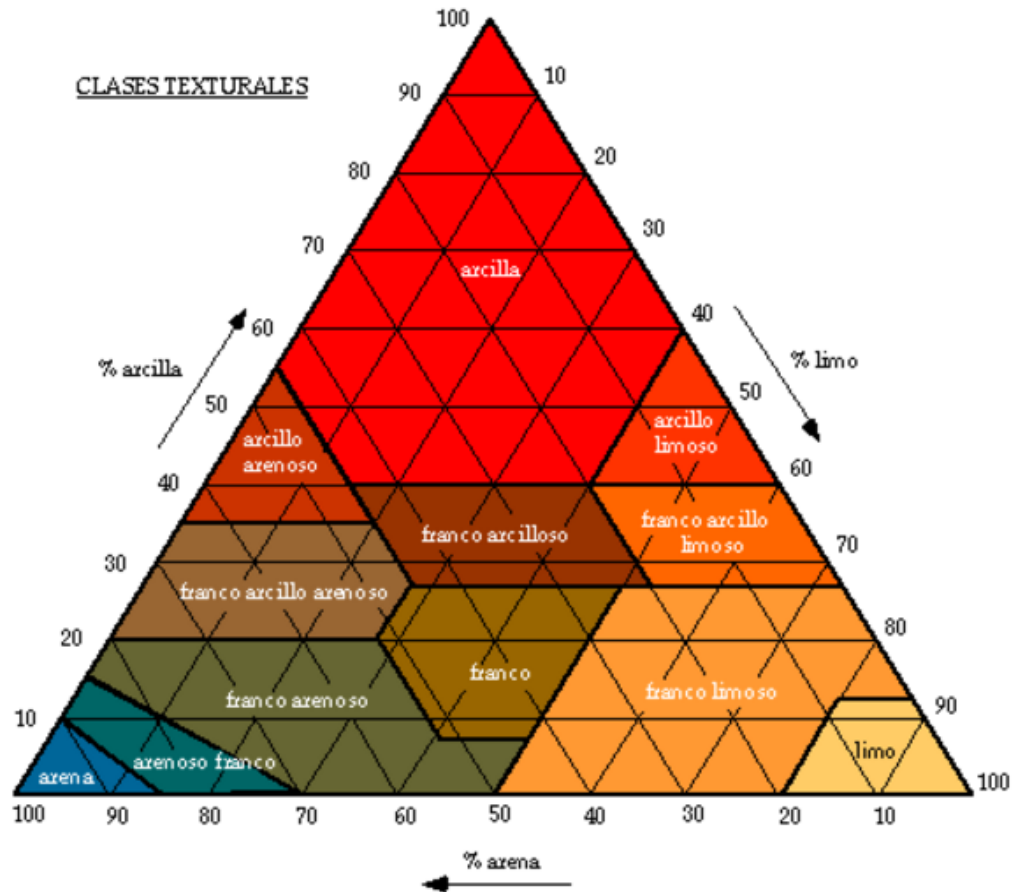


Figura N° 3: Clases Texturales Diagrama Triangular.

Nota. Recuperado de “Sistemas del U.S.D.A. y la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo.

c.1.1) Gravas.

Son el componente de los suelos más estables en presencia del agua, pero carecen de cohesión secas, por lo que requieren de los limos y las arcillas para formar una estructura estable en los suelos. (DE LA PEÑA ESTRADA D. , 1997)

c.1.2) Arenas Gruesas.

Son el componente estable y sus propiedades mecánicas no se alteran sensiblemente con el agua. (DE LA PEÑA ESTRADA D. , 1997)

c.1.3) Arenas.

Son granos minerales, aunque estables no poseen cohesión por secas, sin grandes desplazamientos entre las partículas que las componen, pero con una fuerte fricción Interna. (DE LA PEÑA ESTRADA D. , 1997)

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

c.1.4) Arcillas.

Son el componente que da cohesión a los suelos uniendo a los suelos más gruesos, pero en las arcillas húmedas se presentan cambios muy severos en la estructura del suelo, por su Inestabilidad a diferencia de las arenas.

La arcilla con la que se elabora los ladrillos es un material sedimentario de partículas muy pequeñas de silicatos hidratados de alúmina, además de otros minerales como el caolín, y la illita.

Se considera el abobe como el precursor del ladrillo, puesto que se basa en el concepto de utilización de barro arcilloso para la ejecución de muros, aunque el adobe no experimenta los cambios físico-químicos de la cocción. (Arq. Amezquita, 2010)

La arcilla está formada por minerales finamente divididos, principalmente silicatos de aluminio, de estructura cristalizada laminar. Las arcillas difieren en composición, características y grado de pureza.

La explotación, normalmente, se efectúa a cielo abierto, utilizando medios mecánicos convencionales. La potencia del recubrimiento a remover varía de unos yacimientos a otros, pero generalmente en la mayor parte de las explotaciones son inferiores a los 15 m. (GONZALES SAN PANLO, ANDRADE RIOS, & MAGALLON ARIZABA, 2012)



Figura N° 4: Arcilla.

Recuperado de “Arcilla” J. L. Gonzales & I. G. Andrade & M. D. Magallon (2012)

c.1.4.1) Propiedades.

Las arcillas se caracterizan por su capacidad aglomerante, de endurecimiento al secarse, de contracción y refractaria.



total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

➤ ***Plasticidad y capacidad aglomerante.***

La arcilla, amasada con cierta cantidad de agua, forma la pasta arcillosa que posee coherencia y plasticidad. Al mojar la arcilla seca, se percibe un olor característico de tierra mojada y el desprendimiento de calor. Las moléculas de agua (dipolos) se adentran entre las partículas lenticulares de caolinita y la acuñan provocando el hinchamiento de la arcilla. Las capas finas de agua entre las partículas estratiformes de minerales arcillosos condicionan las características de la pasta arcillosa.

La capacidad aglomerante de la arcilla se manifiesta en la posibilidad de cohesión de los granos materiales no plásticos (arenas), al igual que en la formación después del secado de un artículo bruto con bastante resistencia mecánica. (GONZALES SAN PANLO, ANDRADE RIOS, & MAGALLON ARIZABA, 2012)

➤ ***Capacidad de endurecimiento al secarse.***

Una particularidad de la pasta de arcilla es su capacidad de endurecer al secarla al aire. La resistencia mecánica de la arcilla secada viene condicionada por la acción de las fuerzas de van der Waals y la cementación de los granos de minerales por los iones de impurezas. Las fuerzas de presión capilar atraen a las partículas de arcilla impidiendo su corrosión, a consecuencia de lo que tiene lugar la contracción aérea.

Durante la saturación de agua desaparecen los meniscos, cesa la acción de las fuerzas capilares, las fuerzas se desplazan libremente en el exceso de agua y la arcilla se empapa. (GONZALES SAN PANLO, ANDRADE RIOS, & MAGALLON ARIZABA, 2012)

➤ ***Contracción.***

La contracción consiste en que se reducen las dimensiones lineales y el volumen de la materia bruta de arcilla durante su secado (contracción térmica).

La contracción aérea transcurre en el proceso de evaporación del agua a partir de la materia bruta, como consecuencia de la disminución del espesor de las capas acuosas alrededor de las partículas de arcilla, aparición en los poros de la materia bruta de meniscos y fuerzas de presión capilar, tendientes a acercar las partículas.

La contracción térmica sucede a causa de que en el proceso de cocción los componentes fusibles de la arcilla se funden y las partículas de esta se aproximan en los lugares de su contacto. (GONZALES SAN PANLO, ANDRADE RIOS, & MAGALLON ARIZABA, 2012)

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

➤ **Capacidad refractaria.**

La capacidad refractaria de la arcilla es la propiedad de la arcilla de soportar altas temperaturas sin fundirse. (GONZALES SAN PANLO, ANDRADE RIOS, & MAGALLON ARIZABA, 2012)

c.1.5) Limos.

No tienen cohesión por ser secos y con una resistencia a la fricción menor que las arenas, pero en presencia de agua su cohesión aumenta, además de tener variaciones en volumen debido a que se contraen y se expanden.

El limo es un sedimento clástico incoherente 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.

Es típico el limo depositado por el río Nilo después de las inundaciones periódicas que aportaban terreno fértil para la agricultura, desde el antiguo Egipto, hasta que este flujo fue interrumpido por la construcción de la presa de Asuán.

Al no tener cohesión, es un terreno problemático para edificar sobre él, y en obras de arquitectura o ingeniería, es necesario adoptar sistemas especiales de cimentación. (DE LA PEÑA ESTRADA D. , 1997)



Figura N° 5: Limo.

Recuperado de “Google”

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

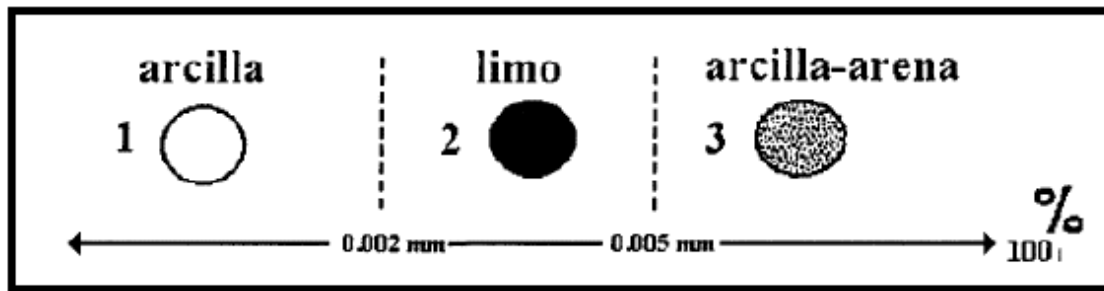


Figura N° 6 : Cuadros de Clasificación.

Recuperado de “Adobe, Características y sus Principales usos en la Construcción” Diego de la Peña Estrada (1997).

2.2.1.2.2 Paja.

Se considera paja al tallo seco de los cereales (trigo, centeno, cebada, avena, mijo) o de plantas fibrosas (lino, canamo, arroz) es la parte que esta entre la raíz y la espiga.

Es una materia prima renovable que mediante la fotosíntesis de la energía solar, toma agua y minerales de la tierra. Se compone de celulosa, lignina, y tierra silicia y muestra un exterior ceroso e impermeable.

Para la construcción con fardos de paja se recomienda la paja de trigo, escanada, arroz y centeno; las de cebada y avena no son tan estables y resultan menos convenientes.

Paja se descompone lentamente como consecuencia de su alto contenido de silicatos. (SARA CHUTAS & CHAMPI CHAVEZ, 2016)

La paja reduce las contracciones debido al secado al aire libre de los adobes y mejora su adherencia, lo cual consigue mejorar en conjunto el muro de adobe al incrementar su adherencia con el mortero y con los revestimientos; como la paja son de distintos tipos, es recomendable utilizar la paja picada en trozos de 5cm a 10cm y preferencia en porcentaje de 1% en peso, el porcentaje excesivo puede reducir la resistencia del adobe. (CARDENAS PAREDES, 2008)



Figura N° 7: La Paja.

Recuperado de “Google”

2.2.1.2.3. Agua

Siendo el agua un elemento indispensable para el proceso de hidratación del adobe y el desarrollo de sus propiedades, por lo tanto, este componente debe cumplir ciertos requisitos para llevar a cabo su función en la combinación química, sin ocasionar problemas colaterales, si tiene ciertas sustancias que pueden dañar. (SARA CHUTAS & CHAMPI CHAVEZ, 2016)

a) Agua De Mezcla

El agua de mezcla en el Adobe tiene como funciones las siguientes:

- Reaccionar con la tierra para hidratarlo.
- Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad de la mezcla.

Por lo tanto, la cantidad de agua que interviene en la mezcla es normalmente por razones de trabajabilidad, mayor de la necesaria para la hidratación del Adobe.

Para la utilización del agua de mezcla nos basamos en obra la utilización del agua potable, apta para consumo humano, que siendo en Perú muy pocas de estas cumplen con las limitaciones nominales indicadas, sobre todo en lo que se refiere al contenido de sulfatos y carbonatos. (SARA CHUTAS & CHAMPI CHAVEZ, 2016)

2.2.1.3. Instrumentos Para la Elaboración del Adobe

- Pico
- Pala
- Zaranda de 5mm.

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

- Segadera
- Plástico o Arpillera



Figura N° 8: Instrumentos Para Elaborar Adobes.
Recuperado de “Google”

- Adobera: La adobera es el contenedor del adobe cuando este está fresco, también llamado molde o gavera para adobes. Hay recomendaciones de las proporciones de la adobera, el que nos recomienda es el (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento - 2010) afirma:
 - Los adobes podrán ser de planta cuadrada o rectangular y en el caso de encuentros con ángulos diferentes de 90°, de formas especiales. Las dimensiones deberán ajustarse a las siguientes proporciones:
 - Para adobes rectangulares, el largo debe ser aproximadamente el doble del ancho.
 - La relación entre el largo y la altura debe ser de 4 a 1.
 - En lo posible la altura debe ser mayor a 8 cm.



Figura N° 9: Adobera.
Fuente propia.

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

2.2.1.4 Características.

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 sólo 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 empleada, en su mayoría, por las personas de bajos recursos económicos en nuestro país. Además, el uso de materiales disponibles localmente confiere a las construcciones de adobe adecuadas características ecológicas y ambientales. (CÁCERES LUJÁN, 2010).

2.2.1.5 Propiedades.

Los adobes presentan las siguientes funciones como material de construcción.

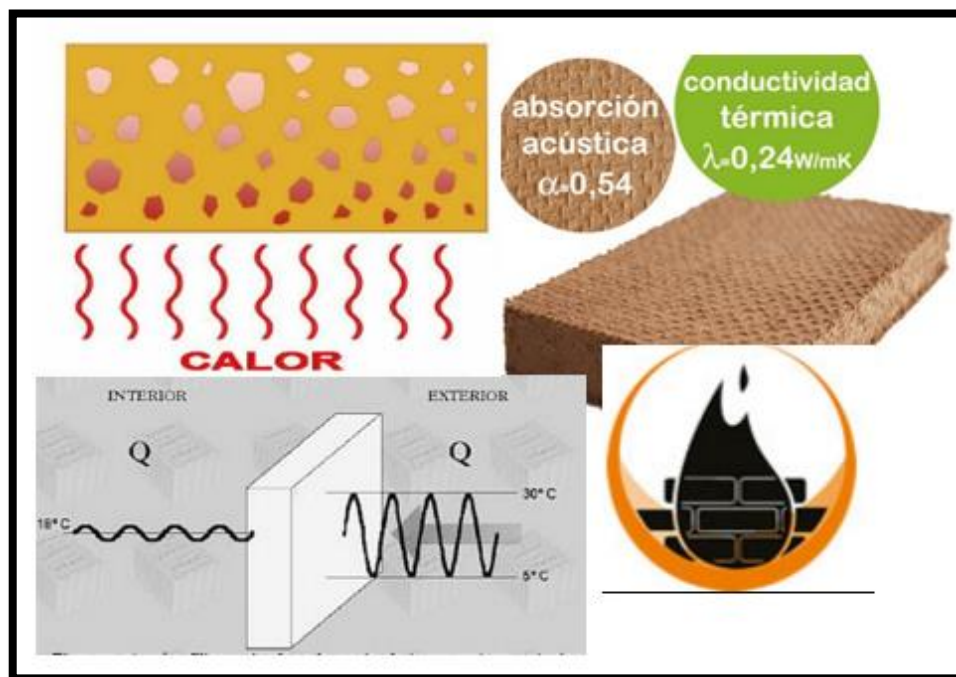


Figura N° 10: Propiedades de los Adobes.
Recuperado de “Google”

2.2.1.5.1 Aislante Térmico.

El material del que está constituido el adobe y el tapial es un buen aislante térmico. El interior de una casa construida con este material requerirá un uso mucho menor de sistemas de climatización que en una convencional de materiales industriales. Las casas construidas con barro resultan frescas en verano y cálidas en invierno logrando fácilmente



total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

un agradable bienestar térmico. El coeficiente de conductividad térmica del adobe es de 0.25 W/m °C siendo el del ladrillo de 0.85W/m°C y el del hormigón/concreto de 1.50 W/m°C. (SARA CHUTAS & CHAMPI CHAVEZ, 2016)

2.2.1.5.2 Aislante Sonoro.

El adobe y el tapial resultan ser también muy buenos aislantes acústicos. Las viviendas construidas con tierra cruda quedan más aisladas de los ruidos exteriores, resultando más silenciosas que otras construidas con materiales industriales convencionales. Por otro lado, su superficie irregular difumina el ruido producido del interior de las viviendas, lo que evita las reverberaciones y propicia un interior más silencioso y agradable. (SARA CHUTAS & CHAMPI CHAVEZ, 2016)

2.2.1.5.3 Ahorro Energético en Climatización.

La capacidad de aislante térmico de los muros construidos con tierra reduce o incluso evita el uso de sistemas de climatización, lo que supone un ahorro económico, energético y de emisiones de Co2 muy importante. Una vivienda construida en adobe o tapial en países fríos y que contase con alguna técnica ecológica de climatización, como por ejemplo la energía solar pasiva, podría llegar a prescindir totalmente de sistemas de calefacción que consuman combustibles. (SARA CHUTAS & CHAMPI CHAVEZ, 2016)

2.2.1.5.4 Reductores del Impacto Ambiental.

Para la fabricación y procesado de los adobes o para la conformación de los muros de tapia, se emplea mucha menos energía que la necesaria para fabricar otros materiales convencionales. Para la fabricación de ladrillos o de bloques de hormigón, así como de los cementos, se recurre a la quema de combustibles fósiles para obtener las altas temperaturas necesarias en su procesado industrial. En cambio, el adobe y el tapial se pueden fabricar a mano y dejar secar al Sol. El adobe requiere una energía de 2000 BTU para fabricarse, (siendo la mayoría de las ocasiones toda ella de origen renovable, limpio y natural), mientras que el ladrillo necesita 15 veces más energía (30.000 BTU), siendo necesario además en su fabricación la quema de combustibles que emiten Co2. (SARA CHUTAS & CHAMPI CHAVEZ, 2016)



total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

2.2.1.5.5 Regenerativos.

El adobe y el tapial, por estar constituidos materiales locales y presentes naturalmente en el medio, pueden tener una reintegración total a la naturaleza una vez que el edificio ya ha pasado su vida útil. En cambio, el ladrillo, el hormigón/concreto y el cemento no se reintegran a la naturaleza una vez que el edificio ha perdido su función, quedando como escombros y provocando un impacto ambiental mucho mayor. (SARA CHUTAS & CHAMPI CHAVEZ, 2016)

2.2.1.5.6 Resistencia del Material.

Aunque la resistencia de estos materiales puede ser inferior a otros industriales existentes como el ladrillo, a escala humana resulta suficiente. Un edificio de adobe y tapial correctamente construido y mantenido puede llegar a superar fácilmente los 100 años de vida útil en buen estado. En teoría y con el mantenimiento adecuado, un edificio de adobe podría resistir de manera indefinida.

2.2.1.5.7 Resistentes al Fuego.

Debido a su naturaleza físico-química, la tierra cruda presenta una gran estabilidad y resistencia al fuego, resultando está claramente superior a otros industriales como el acero y el ladrillo.

(SARA CHUTAS & CHAMPI CHAVEZ, 2016)

2.2.1.6. Proceso de Fabricación

2.2.1.6.1. Selección del Suelo:

El tipo de suelo que se utilice en la fabricación de adobes es determinante en la calidad final del material, es por ello que se debe tener especial cuidado en la selección del mismo. La mayoría de autores coinciden en que no deben emplearse suelos agrícolas o mal drenados; en el primer caso por su alto contenido de materia orgánica y en el segundo por el elevado contenido de sales.

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



total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

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

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

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

La arcilla es el material ligante que cementa las partículas más grandes del suelo y la cantidad de este componente debe ser suficiente para cubrir las partículas gruesas con una delgada capa. Un suelo demasiado arenoso resultara en adobes que se desmenucen con facilidad y, por el contrario, uno demasiado arcilloso da como resultado adobes deformes y agrietados. En general, es considerado un suelo de “buena calidad”, aquel que contiene entre 50 y 75% de arena.

Nacarino recomienda utilizar un suelo con un contenido de arena que fluctúe entre el 50% y 60% en peso, y entre 50% y 10% de limo y arcilla en conjunto.

Otros autores, como el Instituto Internacional de Tecnología de la Vivienda, COBE y Morales & Bautista afirman que el contenido ideal de arena es de 55% a 75%, entre 25% y 45% de limo y arcilla en conjunto y entre 15 y 17% de arcilla.

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

Son muchos los autores que han establecido las características que debe de tener un suelo para poder utilizarlo en la fabricación de adobes, algunos discrepan en ciertos aspectos y coincide otros; pero, el “suelo ideal” no varía drásticamente de un autor a otro.

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Los ingenieros Manuel Morales y Florencio Bautista, expusieron en el X Congreso Nacional de Ingeniería Civil los resultados que obtuvieron de su investigación “El comportamiento del Adobe de Ayacucho”, estableciendo una serie de características que debe tener el “suelo ideal” para la fabricación de adobes.

Estas condiciones se muestran a continuación:

Contenido de arena	55 - 75%
Contenido de limo y arcilla	25 - 45%
Contenido de arcilla	15 - 75%
Contenido máximo de materia orgánica	0,3%
Limite líquido	20 - 40%
Limite plástico	Menor a 20%

(BRAVO A & ROMSAY, 1999)

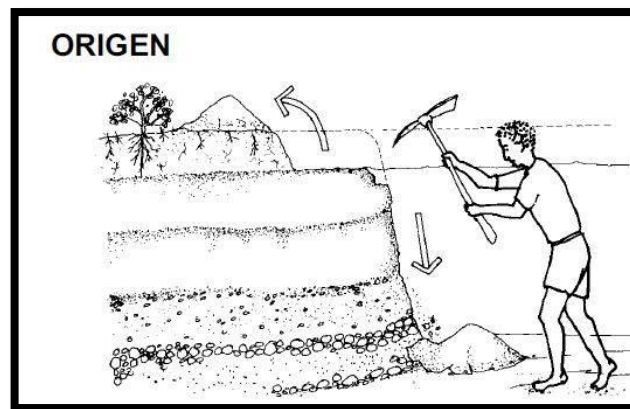


Figura N° 11: Selección del Suelo.

Recuperado de “Manual del Adobe” (2010)

2.2.1.6.2. Hidratación Previa.

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

Como menciona Nacarino, el objetivo de la hidratación previa de la mezcla es saturar las partículas arcillosas y deshacer completamente los terrones para asegurar que la arcilla



total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

desarrolle su poder cohesivo. Además, Hartkopf añade que se cree que este proceso produce un efecto bacteriano que al fermentar el suelo se forma una sustancia gelatinosa que confiere al suelo una mayor cohesión, aumentando las propiedades de aglutinamiento. (BRAVO A & ROMSAY, 1999)

2.2.1.6.3. Moldeado.

EI contenido de humedad óptimo:

Es la cantidad de agua requerida para “lubricar las partículas del suelo y permitirles desplazarse al interior de la masa” como lo define Bardou. Para que las partículas del suelo puedan desplazarse y redistribuirse adecuadamente deben tener suficiente agua, y esta no debe usarse en exceso ya que, si es así, el suelo no presentara cohesión suficiente. Cada tipo de suelo tiene un óptimo contenido de humedad, al cual podrá ser compactado con una energía determinada y llegar a obtener la mayor densidad posible. En el caso de los adobes, como en el de todos los materiales de tierra sin cocer, este aspecto es muy importante, ya que la calidad final se va a modificar si se varia, durante el moldeo, el contenido de humedad del suelo.

Varios autores, en sus publicaciones, dan recomendaciones respecto a este aspecto. Por ejemplo, Middleton dice que el óptimo contenido de humedad se encuentra entre 14 y 20% respecto al peso del suelo seco, Kern recomienda tenerlo entre 15 y 18% y Guillaud entre 15 y 30%.

Lo cierto es, que el óptimo contenido de humedad varía de un suelo a otro, y que se sabe que este va decreciendo conforme aumenta el contenido de arcilla, siempre es necesario evaluarlo, en cada caso, antes de iniciar la fabricación de los bloques. Sin embargo, podemos partir del hecho que este contenido de humedad se encuentra entre el limite líquido y el limite plástico del suelo, tal como lo aseguran Nacarino y Bardou. Además, la AID indica que la proporción de agua óptima está muy cercana al estado de consistencia plástico del suelo. (BRAVO A & ROMSAY, 1999)

2.2.1.6.4. Procedimiento de Moldeado

Una vez preparada la mezcla, el moldeo de los adobes es bastante sencillo. Se introduce el material, tirándolo con fuerza al molde previamente mojado. Luego se presiona,

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

prestando especial atención a las esquinas y se enrasa en la parte superior. Finalmente, se desmolda y deja secar. Para empezar a preparar un nuevo adobe, se deberá lavar el molde cuidadosamente.

Para el moldeo pueden utilizarse gaveras de diversas dimensiones, considerando el peso óptimo para el transporte del bloque, el aislamiento térmico y resistencia de la mampostería. La PUCP, por ejemplo, recomienda tres tamaños de adobe: 30x30x12.5, 40x40x17 y 50x50x22.

Además, las gaveras pueden ser con o sin fondo. Según lo indicado por Nacarino los adobes moldeados en gaveras con fondo, alcanzan densidades mayores, siendo más resistentes, más presentables y de mejor rendimiento general. (Manual de Construcción Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010)

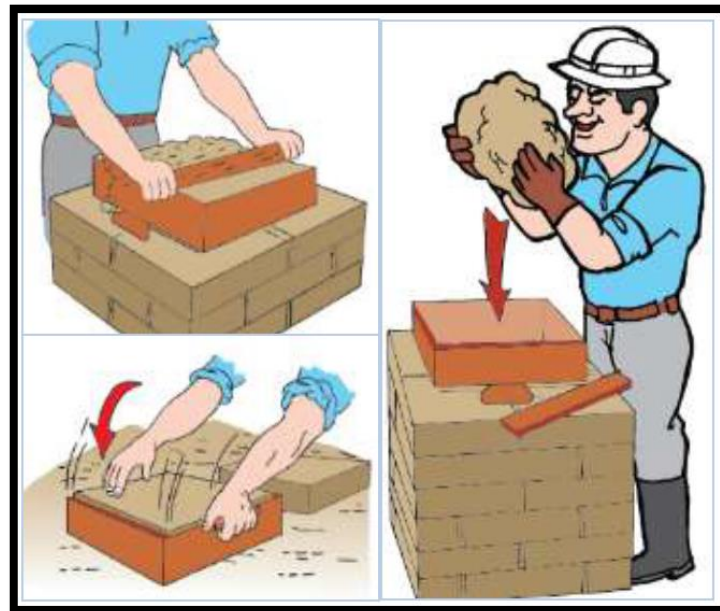


Figura N° 12: Moldeo del Adobe.

Recuperado “Manual de Construcción Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento” (2010)

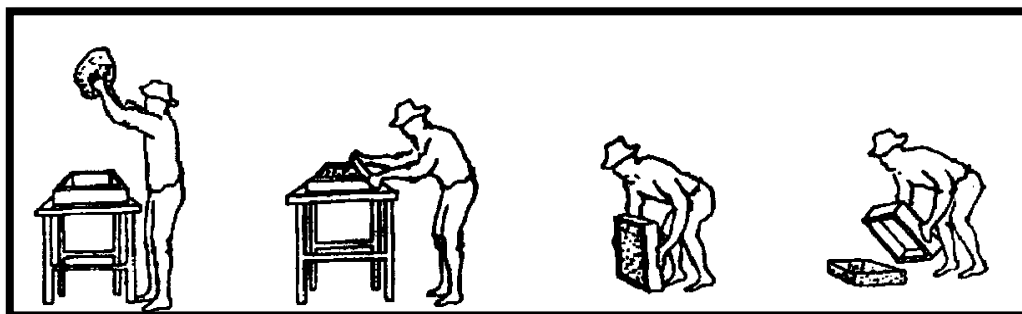


Figura N° 13: Moldeo del Adobe.

Recuperado de Morales Morales, Torres Cabrejos, Rengifo, & Irala Candiotti (1993)

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

2.2.1.6.5. Secado.

Una vez terminados, Nacarino, el Instituto Internacional de Tecnología de Vivienda, El Paso Solar Energy Association y Middleton, entre otros, recomiendan dejarlos de 2 a 3 días en el mismo lugar de preparación, y luego colocarlos de canto y bajo sombra durante 30 días más para que seque.

Otros autores, recomiendan no utilizar los adobes hasta que lleguen a un contenido de humedad de entre 2,5 y 4% respecto al peso del suelo seco. (BRAVO A & ROMSAY, 1999)

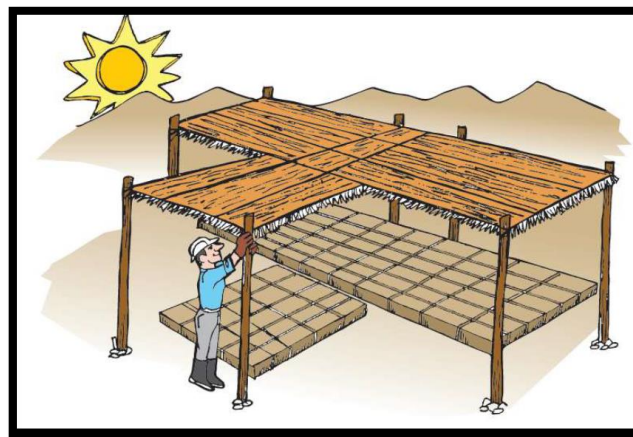


Figura N° 14: Secado del Adobe.

Recuperado “Manual de Construcción Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento” (2010)

2.2.1.6.6. Pulido.

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

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

Las fisuras en el adobe originan zonas débiles donde se concentran los daños y el deterioro causados por la lluvia y el viento. Al pulir la cara exterior del bloque, damos un acabado liso, sellando estas fisuras y otros espacios vacíos; es por, que los adobes alcanzan una durabilidad mayor. (BRAVO A & ROMSAY, 1999)

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Recomendaciones para su elaboración:

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

(Manual de Construcción Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010)

2.2.1.7. Formas y Dimensiones.

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

Sus dimensiones deberán ajustarse a las siguientes proporciones:

- Para adobes rectangulares el largo sea aproximadamente el doble del ancho.
- En lo posible la altura debe ser mayor a 8 cm.

(Manual de Construcción Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010)



Figura N° 15: Adobes con sus Dimensiones Comerciales en el Cusco.
Fuente propia y Recuperado de Google.

2.2.2. Tuna.

2.2.2.1 Definición.

La tuna (*Opuntia ficus-indica*) es una planta de gran importancia en los sistemas agro-pastoriles de los andes peruanos. Esta cactácea se encuentra ampliamente distribuida en el país, especialmente en los valles interandinos donde ha encontrado condiciones adecuadas para su establecimiento. Sus frutos son consumidos en forma natural tanto por campesinos como por pobladores locales y son comercializados en los principales mercados del país.

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Actualmente el consumo del fruto de la tuna viene creciendo continuamente en todo el mundo por sus valores nutricionales, como también por sus características sensoriales, proporcionados por el aroma y sabor características de la especie, siendo importante hacer extensivo el consumo de frutos y hojas de tuna por sus propiedades antioxidantes cuyo potencial ha sido reconocido por la FAO para el desarrollo de las regiones áridas y semi áridas, especialmente en los países en desarrollo.

(Gerencia Regional Agraria la Libertad, 2009, pág. 5)



Figura N° 16: Extracción de las Pencas.
Fuente propia.

Se conocen aproximadamente 200 especies de tuna en el mundo. México se destaca como el mayor productor mundial; sin embargo, Chile Argentina, Bolivia, Perú, Colombia, Marruecos, EE.UU, Sudáfrica, Italia, Grecia entre otros. Se han dedicado al cultivo de este fruto. (Ochoa Velasco & Guerrero Beltran, 2010)

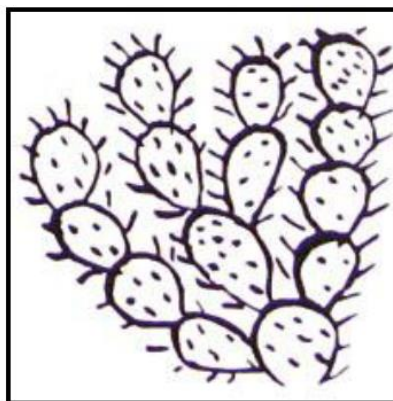


Figura N° 17: Tuna.

Recuperado de “Cultivo de Tuna” - Gerencia Regional Agraria la Libertad (2009)



total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

2.2.2.2 Hábitat.

En las zonas áridas y semiáridas existen diferentes factores ambientales que limitan el crecimiento de las plantas, tales como temperaturas altas y bajas, escasez de agua y limitación en la disponibilidad de nutrientes. La evolución de las cactáceas en estos ambientes ha conducido a que las diferentes especies del género *Opuntia* desarrollen características morfológicas, fisiológicas y bioquímicas que les permitan adaptarse a estas condiciones ambientales adversas.

Para su óptimo desarrollo, la planta requiere una temperatura anual entre los 18 y 25°C, aunque existen algunas especies resistentes a las bajas temperaturas donde pueden soportar hasta 16 grados centígrados bajo cero, siempre y cuando no se presenten estas temperaturas por períodos prolongados. La *Opuntia ficus indica* se desarrolla bien en climas áridos y muy áridos con lluvias de verano, por lo que se refiere a precipitación pluvial es poco exigente, ya que se le encuentra en zonas con lluvias de 125 o más milímetros al año, aunque los excesos de humedad pueden provocar enfermedades fungosas y daños por insectos. (Gerencia Regional Agraria la Libertad, 2009, pág. 8)

2.2.2.3 Características Morfológicas.

2.2.2.3.1 El Tallo.

La tuna es un vegetal arborescente de 3 a 5m de alto, su tronco es leñoso y mide de entre 20 a 50cm de diámetro. En el Perú las variedades más usuales desarrollan portes de aproximadamente 1,5 a 2,00m de altura. El tallo, a diferencia de otras especies de cactáceas, está conformado por un tronco y ramas aplanadas que posee cutícula gruesa de color verde de función fotosintética y de almacenamiento de agua en los tejidos. (Gerencia Regional Agraria la Libertad, 2009)



Figura N° 18: Arquitectura de Planta Adulta Tuna Mostrado las Pencas o Cladodios que Forman el Tallo y dan Origen a los Frutos.

Recuperado de “Cultivo de Tuna” - Gerencia Regional Agraria la Libertad (2009)

2.2.2.3.2. Cladodios.

Forma penca denominadas cladodios de 30 a 60cm. de largo x 20 a 40cm de ancho y de 2 a 3cm de espesor. Sus ramas están formadas por pencas de color verde opaco con areolas que contienen espinas más o menos numerosas de color amarillas. Estas estructuras transforman la luz en energía química a través de la fotosíntesis y están recubiertos por una cutícula del tipo lipídica, interrumpida por la presencia de estomas, los mismos que permanecen cerrados durante el día. La cutícula del cladodio evita la deshidratación provocada por las altas temperaturas del verano. La hidratación normal del cladodio alcanza hasta un 95% de agua en peso. Las pencas y tallos tienen espinas. (Gerencia Regional Agraria la Libertad, 2009)

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”



Figura N° 19: Parámetros Morfométricos del Cladodio Considerados en Trabajos de Investigación, a) Largo, b) Ancho c) Perímetro y d) Grosor.

Recuperado de “Cultivo de Tuna” - Gerencia Regional Agraria la Libertad (2009)

2.2.2.3.3. Hojas.

Sólo en cladodios internos, transformadas en espinas en forma de garra, engrosadas en su base, para defensa; las caducas sólo se observan sobre tallos tiernos. Cuando se produce la renovación de pencas, en cuyas axilas se hallan las aréolas de las cuales brotan las espinas, de aproximadamente 4 a 5 mm de longitud. Las hojas desaparecen cuando las pencas han alcanzado un grado de desarrollo y en cuyo lugar quedan las espinas. (Gerencia Regional Agraria la Libertad, 2009)

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”



Figura N° 20: Cladodios Mostrando las Areolas y Espinas.

Recuperado de “Cultivo de Tuna” - Gerencia Regional Agraria la Libertad (2009)

2.2.2.3.4. Flores.

Son solitarias, localizadas en la parte superior de la penca, de 6 a 7 cm de longitud. Cada aréola produce por lo general una flor, aunque no en una misma época de floración, unas pueden brotar el primer año, otras el segundo y tercero. Las flores se abren a los 35 a 40 días de su brotación. Sus pétalos son de colores vivos: amarillo, anaranjado, rojo, rosa. Sépalos numerosos de color amarillo claro a rojizo o blanco. (Gerencia Regional Agraria la Libertad, 2009)



Figura N° 21: Flores de la Penca.

Recuperado de “Cultivo de Tuna” - Gerencia Regional Agraria la Libertad (2009)

total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

2.2.2.3.5 Fruto.

Es una baya polisperma de forma ovoide esférica de color verde y toma diferentes colores cuando maduran, son comestibles, agradables y dulces; la pulpa es gelatinosa conteniendo numerosas semillas, sus dimensiones y coloración varían según la especie; presentan espinas finas y frágiles de 2 a 3 mm de longitud. (Gerencia Regional Agraria la Libertad, 2009)



Figura N° 22: Planta Tuna con Frutos en Distintas Fases de Maduración.

Recuperado de “Cultivo de Tuna” - Gerencia Regional Agraria la Libertad (2009)

2.2.2.4 Usos.

De la tuna se utiliza el mucílago, la cáscara, la pulpa y sus compuestos químicos para la elaboración de aceites comestibles, pectinas y colorantes. Se emplea también en la elaboración de vinos, licores, refresco "tuna", miel de tuna tipo maple (que los conquistadores llamaron "melcocha"), queso de tuna, mermeladas, jaleas, deshidratados para dulces de alto valor energético, barras de cereales, alcohol industrial, vinagres, aromatizantes, pasta y harina forrajera. El contenido de fibras, proteínas, minerales y materias grasas de la *Opuntia ficus indica* es mayor que el encontrado en otras frutas; una taza de higos contiene 5g de fibra, 20% más de la cantidad recomendada para el consumo diario, 6% de hierro, 6% de calcio y 7% de potasio. Sus carbohidratos se componen de glucosa o fructosa. Una porción de 40g de *Opuntia ficus indica* sustituye el consumo de una fruta. Por las características nutricionales de este fruto, el Higo Chumbo encaja en prácticamente en cualquier dieta, sea esta baja en sodio, alta en fibra, para pérdida de peso y para tratar diabetes. La *Opuntia ficus indica*, también es utilizada con fines medicinales,



total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

como astringente, antiinflamatorio, antipirético, analgésico, tónico, afrodisíaco y laxante, entre otros usos que se han encontrado a nivel experimental, tales como: fuente de energía para la producción de gas metano, producción de biomasa y enzimas, producción de pectina a partir de la penca y extracción de colorantes a partir del mismo cultivo mediante la infesta del insecto Carmín de la Cochinilla.

Además de esos usos mencionados previamente, se han localizado otros que es probable que sea interesante investigar para identificar su valor económico real, su potencialidad de beneficios al usuario y/o consumidor, su viabilidad y factibilidad de negocio y su competitividad con respecto a los demás productos que pudieran ser utilizados para estas aplicaciones con la meta de poder sustituirlos donde sea un negocio potencialmente atractivo. Los usos alternativos identificados, son los siguientes:

- **Cercos.** Las especies espinosas de tuna se utiliza tradicionalmente como cercos, para limitar huertos familiares o terrenos y esto se realiza desde tiempos muy antiguos.
- **Adhesivos.** Por las propiedades adhesivas de la tuna, se ha hecho uso de ellas en aditivos. Estudios recientes proponen utilización del polvo de nopal para la construcción con el fin de aumentar la dureza de las estructuras de concreto, habiendo logrado resultados sorprendentes con adiciones de 5g de mucílago de nopal liofilizado por cada 1,200g de materiales secos a utilizar, con lo que se logra una dureza del 56% mayor que la del concreto normal.
- **Pinturas e impermeabilizantes.** A partir del mucílago de la tuna, se fabrican pinturas impermeabilizantes, que pueden ser aplicados en cualquier construcción con tierra, cemento u otros materiales, para protegerla. La protección de la construcción se da contra el frío, la humedad del ambiente, del agua, de los insectos y otros.
- **Combustible.** El tronco y las pencas secas pueden utilizar como combustible en zonas desérticas. Las paletas de los nopales tienen una gran cantidad de lignina, son leñosas, y se pueden usar como leña, en zonas donde no hay electricidad ni petróleo ni energía comercial.
- **Forraje en zonas áridas y semiáridas de todo el mundo.** En zonas áridas y semiáridas, se utiliza mucho a la planta de tuna como alimento forrajero, debido a sus cualidades nutricionales y a su contenido de agua. Este alimento puede ser



total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

utilizado para diversos tipos de ganado y, pues través de diversos estudios, se ha comprobado su calidad y sus cualidades en esta aplicación. La tuna puede ser una alternativa altamente viable en una tercera parte del territorio terrestre del mundo, el cual está cubierto de zonas áridas y semiáridas.

- **Producto ecológico.** La siembra de grandes superficies de tunales permitiría la recuperación y regeneración del suelo, la preservación de biodiversidad de zonas desérticas y semidesérticas, en donde habitan víboras, zorrillos, conejos, liebres y una gran diversidad de aves, como halcones, águilas, búhos, entre otros.

Es una alternativa para contrarrestar cambios climáticos globales y desertificación. Otros beneficios provenientes de *Opuntia* son la conservación del suelo y el agua, así como la protección de la fauna local en zonas áridas y semiáridas. Debido a que crece en tierras severamente degradadas, su uso es importante por su abundancia en áreas donde muy pocos cultivos pueden lograrse.

- **Restauración de terrenos.** Un producto adicional es el mucílago o goma, obtenible por el prensado de la penca o cladodio. Es una especie muy usada en las prácticas agroforestales, asociado con cultivos con especies agrícolas y/o forrajeras, en cercos vivos espinosos, barreras vivas para la retención de suelos, protección de taludes contra la erosión y, en general, como parte de prácticas de protección de suelos.

- **Aplicaciones industriales.** En la industria, es usado como anticorrosivo, fuente de pigmentos y como colorante natural.

- **Paisajismo y control de contaminación.** El cultivo de la tuna frena la desertificación e impide la erosión del suelo, pero además consume CO₂ por las noches en grandes cantidades, por lo que disminuye significativamente la contaminación del aire. Por ello debe recomendarse la plantación de esta especie en los parques y jardines de las ciudades.

Se están estudiando sus capacidades para actuar como un agente anticontaminante para limpiar el agua sucia y también como una fuente sustituta del petróleo.

- **Como alimento.** Las paletas tiernas de la tuna pueden consumirse como verdura en fresco, procesado en salmuera y/o escabeche, preparados con salsas y ajíes para rosticerías, hoteles, restaurantes, etc. También puede utilizarse en la preparación de yogurt, sopas, salsas, ensaladas, jugos concentrados.

(Gerencia Regional Agraria la Libertad, 2009)

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”



Figura N° 23: Diferentes Formas de Utilización de la Tuna. A) Pencas Frescas Para Conserva, B) Licores, C) Fruto Fresco D) Ensaladas.

Recuperado de “Cultivo de Tuna” - Gerencia Regional Agraria la Libertad (2009)

- **Materia prima de cosméticos.** Como base para obtención de pigmentos de uso múltiple: Shampoo, Crema para manos y cuerpo, Jabón, Acondicionador, Mascarilla humectante, Crema de noche, Gel para el cabello, Gel reductor, Mascarilla estimulante y limpiadora, etc.
- **En la salud.** Es utilizado en la medicina naturista como cataplasmas para golpes, contusiones, hinchazones, quemaduras, analgésico, diurético y antiespasmódico. Las paletas de tuna deshidratadas se utilizan en tratamientos para la diabetes, hiperlipidemias, y para disminuir peso corporal, cuando se ingiere previamente a los alimentos. El jugo de la tuna ayuda a potenciar el sistema inmunológico y su eficiencia en el crecimiento y control de tumores.

Aparte de las propiedades nutricionales a las que se le atribuyen, en años recientes se inició la comercialización de fibra deshidratada de tuna como auxiliar en trastornos digestivos y como recubridor de las paredes del estómago para evitar las úlceras gástricas. Se han hecho estudios para utilizarlo como repelente de insectos.

(Gerencia Regional Agraria la Libertad, 2009)

total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

2.2.2.5 Mucílago de Tuna.

Otro componente al que se ya se ha hecho mención por su importancia fisiológica es el mucílago. Este compuesto se presenta tanto en los cladodios como en la piel y pulpa de la fruta, aunque en muy diversas proporciones. Estudios efectuados por Sáenz y Sepúlveda (1993) indican que el rendimiento en todos los casos es bajo: 0,5 por ciento en la cáscara y 1,2 por ciento en los cladodios.

(Abraján Villaseñor, 2008)



Figura N° 24: Mucílago de Tuna.
Fuente propia.

2.2.2.5.1. Métodos de Extracción.

Los métodos de extracción son:

- Según Vargas, para la preparación de este estabilizante deberán usarse las pencas eliminando las espinas y cortarlas en rebanadas que se pondrán a remojar en agua, en cantidad de 100% en peso con respecto al peso de las pencas.

El tiempo de remojo de las pencas para la fabricación influye en la resistencia del estabilizante. Según la investigación de Vargas, para condiciones climáticas de 15-20° C y humedad relativa entre 82% - 92%, el tiempo de remojo óptimo se encuentra entre los 14 y 25 días, siendo 18 días el tiempo de remojo que dio mejores resultados finales. Para tiempos de remojo muchos mayores o menores, el efecto del estabilizante es nulo. Durante este tiempo la pulpa de las pencas se

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

disuelve completamente y solo queda la cáscara como material remanente. A continuación, el color se oscurece y se pierde la consistencia gomosa.

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

Además, Vargas afirma que durante el verano (20-25° C) y 78% - 88% de humedad relativa), el tiempo de remojo ideal se reduce, y está entre los 7 y 14 días. (Abraján Villaseñor, 2008)



Figura N° 25: Remojo de las Hojas de Tuna Para la Obtención de la Goma.

Recuperado de “Propuesta de Aditivo Naturales y Microfibras” Karina I. Sanchez (2010).

total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”



Figura N° 26: Proceso de Extracción (A) Troceado, (B) Macerado y (C,D,E,F) Filtrado del Mucílago de Tuna.

Recuperado de “Google”

Se extrajo el mucílago de las pencas trituradas por macerado a 40°C en agua en relación 1:1 durante 72 horas, posteriores a las cual se retira toda la materia sólida por filtrado y se separa el agua utilizada por evaporación. Se utilizó arcilla de la localidad, Medrano (suelo denominado así por el banco del que se extrae) de Altamira y cemento portland CPO2. (Aranda Jiménez & Suárez Domínguez, 2013)



Figura N° 27: Método de Extracción.

Recuperado de “Extracción y Purificación de Mucílago de Nopal” - Dr. Mena Covarrubias & Dr. Zegbe Domínguez (2011)



total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

2.2.2.5.2. Usos del Mucílago de Tuna.

Un producto adicional es el mucílago o goma, obtenible por el prensado de la penca o cladodio. Localmente, esta sustancia se utiliza mezclada al barro en el tarrajeo de viviendas rurales y también en la industria para la fabricación de películas adherentes de gran finura.

(Molina C & Valdivia V., 2006)

Por otra parte, en Perú, Ramsey (1999) estudió el uso de goma o mucílago de cladodios de nopal para estabilizar bloques de adobe, comparándolo con la cal; los resultados obtenidos no fueron exitosos como se esperaba, probablemente debido a que la dosis empleada fue baja (10 por ciento). La metodología utilizada para preparar la goma de nopal como estabilizante, consiste en limpiar y remojar en agua los cladodios (1-1 en peso); las mejores condiciones de remojo fueron los 18 días-200C (82-92 por ciento HR) o entre 7 y 14 días a 20-25°C (77-88 por ciento HR). Del mismo modo, Cárdenas *et al* (1998) efectuaron ensayos preliminares acerca del uso del jugo de nopal en pastas de Ca (OH)₂ indicando que su incorporación vuelve más débil la textura de la cal. Últimamente, Torres Acosta *et al.* (2004) afirman que la adición de mucílago de nopal a mezclas de cementos refuerza la durabilidad de estos materiales. Sin duda, todos estos resultados justifican continuar los estudios respecto a estas propiedades.

(Abraján Villaseñor, 2008)

En México hay una larga historia del uso del mucílago de nopal en combinación con cal: aumenta sus propiedades adhesivas y mejora su repelencia al agua. Tradicionalmente, se ha usado de modo similar al yeso en paredes de adobe y de ladrillo y también como una barrera al agua en el estuco. Cárdenas *et al.* (1998) han señalado que, desde hace muchos siglos, se agrega jugo de nopal como un adhesivo orgánico a la cal para restaurar y proteger edificios en México. En un estudio hecho por estos autores, se probó la adición de jugo de nopal (extraído de pencas hervidas) a la cal [Ca (OH)₂] en proporciones diferentes (0,65, 1,95 por ciento). La resistencia de las pastas secas fue evaluada por una prueba penetración-ruptura con un texturómetro. A medida que la cantidad de jugo de nopal aumentaba, se produjo una reducción drástica del estrés máximo y de la tasa de deformación, comparada con un testigo (sin jugo de nopal). En cambio, la cal control mostró una estructura mecánica más homogénea. En la muestra con la dosis más baja de jugo de nopal (0,65 por ciento) se observó que el mucílago tenía un bajo efecto en la continuidad de la red, haciendo una fase más discontinua y la red de Ca (OH)₂ más débil.



total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Cuando la dosis de jugo de nopal aumentaba, las propiedades mecánicas también aumentaron debido a la formación de una red homogénea en la que el mucílago del nopal interpenetraba en el hidróxido del calcio, sin modificación de la estructura, en comparación con el control.

Por su parte, Hernández y Serrano (2003), en un estudio sobre adición de mucílago de nopal liofilizado a morteros ampliamente usados en la construcción, observaron que la adición de 0,5 g de mucílago liofilizado mejoraba las características mecánicas de la mezcla, con una mejor resistencia a la compresión que los controles sin mucílago de nopal. La mezcla de yeso + arena sílice + mucílago de nopal liofilizado mostró un esfuerzo a la compresión de 151,8 kg/cm a los 28 días, en comparación con el control que fue de 125,6 kg/cm. Gardiner *et al.* (1999), informa sobre las primeras investigaciones relacionadas con la acción de un extracto de nopal para mejorar la infiltración del agua en el suelo.

Los autores compararon poliacrilamidas con un extracto de nopal sin diluir y diluido y concluyeron que la aplicación del extracto aumenta la infiltración de agua en la tierra, en una magnitud similar al de las poliacrilamidas. Sin embargo, todavía quedan muchas preguntas al respecto. Se ignora la persistencia de los efectos del extracto, así como el ingrediente activo y el mecanismo de acción. Últimamente está siendo estudiado el uso de los cladodios para evitar la corrosión. En Marruecos, Hammouch *et al.* (2004) informan de que la utilización de un extracto acuoso obtenido de los cladodios demostró ser exitoso para evitar la corrosión del hierro. Por su parte Torres—

Acosta *et al.* (2004) en estudios preliminares, encontraron que la adición de mucílago de cladodios al hormigón evitaba la corrosión de barras de acero inmersas en el mismo. Torres-Acosta *et al.* (2004) también analizaron la adición de mezclas de nopal y Aloe-vera en el hormigón, como un modo de aumentar las propiedades anticorrosivas al entrar en contacto con acero. (Saenz, 2006)

2.2.2.6. Viscosidad.

2.2.2.6.1. Definición.

La Viscosidad es la resistencia que tienen las moléculas que conforman un líquido para separarse unas de otras, es decir, es la oposición de un fluido a deformarse y esta oposición es debida a las fuerzas de adherencia que tienen unas moléculas de un líquido o fluido con respecto a las otras moléculas del mismo líquido.

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Según la ley de Stokes se refiere a la fuerza de fricción experimentada por objetos esféricos moviéndose en el seno de un fluido viscoso en un régimen laminar.

Usando el método de Stokes (en las condiciones de su validez) se obtiene la siguiente relación que nos permitirá calcular la viscosidad.

$$v_{\text{lim}} = \frac{D^2 (\delta - \rho) g}{18 \eta}$$

Siendo δ la densidad de la esfera y ρ la del líquido, η la viscosidad del fluido, D el diámetro de la esfera y g la gravedad.

$$v_t = \left(1 + 2.4 \frac{D}{\phi}\right) v_m$$

Si llamamos V_m a la velocidad máxima alcanzada por la esfera y medida en el experimento, se debe aplicar la corrección empírica de Ladenburg que tiene en cuenta la influencia de las paredes del tubo en la V_{lim} :

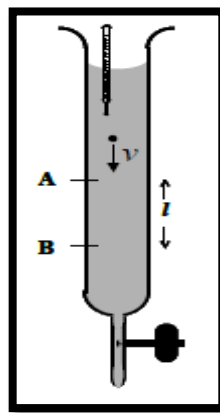


Figura N° 28: Interpretación de la Fórmula del Experimento.
Recuperado de Medida de la Viscosidad por el Método de Stokes.

➤ Medidas preliminares

Para determinar la viscosidad del líquido problema será necesario disponer de los datos siguientes:

- La densidad d y el diámetro D de las esferas.
- La densidad r del líquido problema.
- El diámetro interno f del tubo.
- La distancia l entre las marcas en el tubo.



total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Si alguno de estos datos no figura en la guía de laboratorio se deberá realizar las medidas siguientes:

- Medir con el calibre los diámetros de las esferas idénticas. Se tomará como valor de D el valor medio de las medidas.
- Calcular el volumen medio de las esferas. Realizar los cálculos de error pertinentes.
- Para determinar la densidad de las esferas, se masarán conjuntamente en la balanza de precisión del laboratorio.
- Ídem para determinar la densidad del líquido problema
- El diámetro interno del tubo puede medirse con calibre.
- La distancia entre las dos marcas del tubo se medirá con una regla milimetrada o con la escala auxiliar milimetrada dispuesta a tal efecto (STOKES, 2007)

2.2.3. Pruebas del Análisis y Control en Campo.

2.2.3.1. Selección de Suelo Apto Para la Fabricación de Adobes.

No toda la tierra sirve para hacer adobes, mortero o para tarrajear tu vivienda. Escoger materiales para su elaboración. La gradación del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes:

Tabla 3 : Gradación de Suelo

MATERIAL	%
Arcilla	10 – 20%
Limo	15 – 25%
Arena	55 – 70%

Nota. Recuperado de Norma Técnica E 0.80 (2006)

Se debe retirar piedras mayores a 5 mm. Y otros elementos extraños, no debiéndose utilizar suelos orgánicos.

(Manual de Construcción Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010)

2.2.3.1.1. Prueba de Color.

Mediante esta prueba se puede apreciar el tipo de suelo de que se trata según el color observado.

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Para simplificar esta prueba se tomara el material en estado seco ya que húmedo puede variar sensiblemente, en términos generales los colores claros y brillantes son característicos de suelos inorgánicos.

Colores castaño oscuro, verde olivo o negro, son característicos de suelos orgánicos.

Si se trata de suelos:

- a) Blancos y grises es probable que tengan coral, calizas o yeso, son fácilmente erosionables.
- b) Grises claro, contienen limos y/o carbonatos de calcio, son de cohesión débil, se corroen fácilmente.
- c) Amarillos y ocre, contienen hidratos de carbono.
- d) Rojos a castaño oscuro, contienen oxido de fierro.

(SARA CHUTAS & CHAMPI CHAVEZ, 2016)

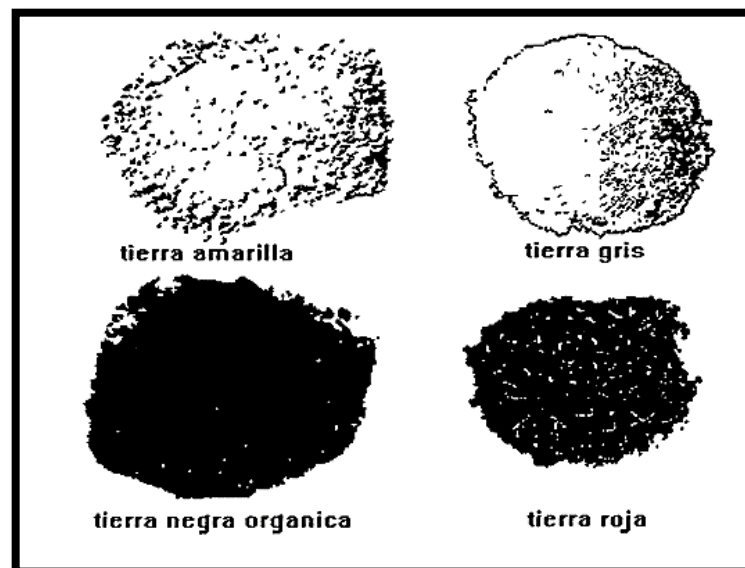


Figura N° 29: Colores de la Tierra.

“Adobe, Características y sus Principales usos en la Construcción” Diego de la Peña Estrada (1997).

2.2.3.1.2. Prueba de Dental.

Con esta prueba es posible detectar por medio del rechinado del material entre los dientes el contenido de arenas y limos sueltos.

Se toma un poco de material para ser aplastado entre los dientes, si no rechina será suelo arcilloso; si rechina pero ligeramente, es suelo limoso; si rechina desagradablemente es arenoso. (SARA CHUTAS & CHAMPI CHAVEZ, 2016)

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”



Figura N° 30: Prueba Dental.

Fuente propia.

2.2.3.1.3. Prueba Olfativa:

Esta prueba tiene por objeto Identificar por su olor la presencia de materia orgánica.

Se toma un poco de material en estado húmedo para detectar partículas orgánicas que generalmente despiden un olor a moho.

Desprendiendo de un olor.

- **Tierra Orgánica.**- rugoso, quebradizo, poco pegajoso.
- **Tierra arenosa.**- fino, fácil de reducir en polvo, pegajoso.
- **Tierra limosa.**- difícil de romper, lento para deshacerse en el agua, muy pegajoso y fino.
- **Tierra arcillosa.**- proceso por el cual se incorporan dos o más productos. En la arcilla, la absorción de la humedad hace que se expanda y que aumente de peso, lo que produce agrietamientos y roturas.



Figura N° 31: Prueba Olfativa.

Recuperado de “Google”

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

2.2.3.1.4. Prueba de Brillo

La prueba se realiza para detectar la presencia de arcillas mediante el brillo de sus partículas.

Se toma un poco de materia, se desmorona perfectamente para después amasarlo con agua hasta formar una bola compacta del tamaño de la mano, se corta por la mitad para observar las superficies.

Se trata de arcillas cuando las superficies son brillantes; de limos cuando son poco brillantes y arenas cuando son opacas. (SARA CHUTAS & CHAMPI CHAVEZ, 2016)

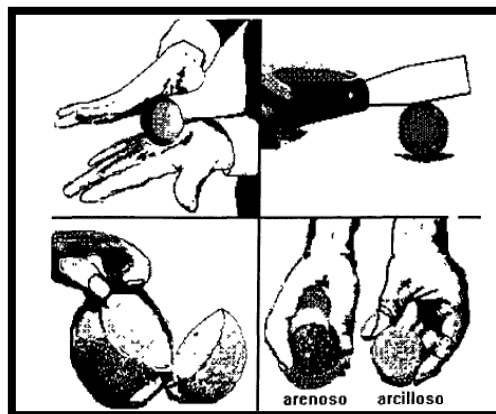


Figura N° 32: Prueba del Brillo.

Recuperado de “Buena tierra – Apuntes para el diseño y construcción con adobe” - Tejada Achmidt (2001)

2.2.3.1.5. Prueba del Enrollado

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

PASOS:

1. Se toma una forma con tierra humedecida un rollo de 1.5 cm de diámetro, suspenderlo en el aire y medir la longitud del extremo que se rompe.

2. Se presentan 3 casos:

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

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

(SARA CHUTAS & CHAMPI CHAVEZ, 2016)

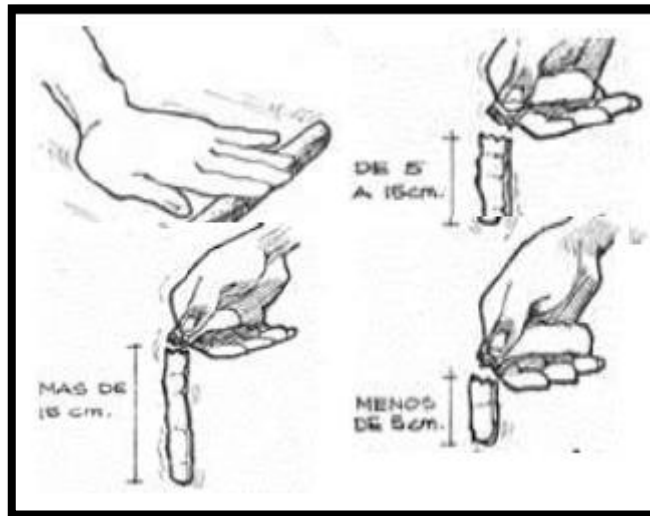


Figura N° 33: Prueba del Enrollado.

Recuperado de "Análisis comparativo de las propiedades mecánicas y físicas del adobe mejorado de 0.40 m x 0.15 m x 0.20 m con geomalla biaxial e impermeabilizante y el adobe tradicional en el distrito de san jerónimo en la a.p.v de tejas y ladrillos en Petroperú" (2016)

2.2.3.1.6. Prueba de Resistencia Seca o de la Bolita

En esta prueba se manifiestan mediante el tacto las partículas contenidas en los suelos. Se toma un poco de tierra en la palma de la mano y con el dedo índice de la otra, se detecta la presencia de arenas limos y arcillas, a partir de su mayor rugosidad. (SARA CHUTAS & CHAMPI CHAVEZ, 2016)

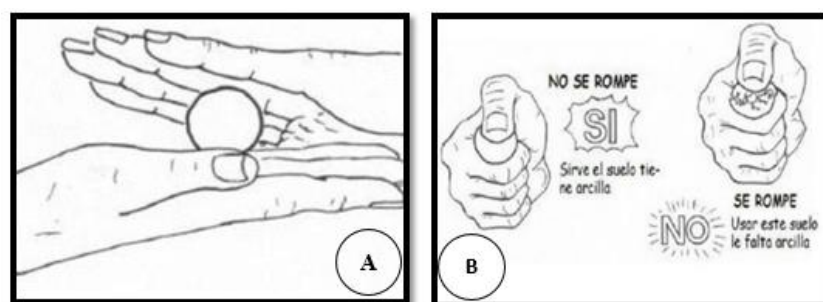


Figura N° 34: A Bola Hecha con Suelo, B: Ruptura de la Bola.

Recuperado de "Casas Sismoresistentes y Saludables de Adobe reforzado con Cuerdas"- Blondet, Neumann, & Tarque (2015)

2.2.3.1.7. Prueba de la Botella.

Permite establecer aproximadamente los porcentajes de finos y arenas. Las arenas reposan inmediatamente. Los limos reposan a los pocos minutos, las arcillas requieren para reposar 5 horas. (SARA CHUTAS & CHAMPI CHAVEZ, 2016)

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”



Figura N° 35: Prueba de la Botella.
Recuperado de “Google”

2.2.3.1.8. Adobes de Prueba.

(Tejada Achmidt, 2001)

Tabla 4: Adobes de Prueba.

TIPO	PROCEDIMIENTO	INDICADORES	RESULTADOS
Adobes de Prueba	Antes de la fabricación en cantidad, se producen unos adobes previos aparte.	Proporciona más seguridad para la fabricación de los bloques. - Si los adobes se rajan al secarse, entonces el suelo contiene mucha arcilla. - Si los adobes no se rajan, entonces el suelo es aceptable.	No se observaron rajaduras (Aprobado)

Nota. Recuperado de “Buena tierra – Apuntes para el diseño y construcción con adobe” - Tejada Achmidt (2001)

2.2.3.1.9. Prueba a Flexión.

➤ **Objetivo:**

Esta prueba determina la resistencia a la flexión de las piezas de adobe ante la acción de cargas verticales.

➤ **Descripción:**

Se coloca la pieza de adobe sobre otros dos colocados en el piso separados 30 cms. uno del otro y se coloca una carga determinada sobre el adobe por un minuto después se aumenta el peso hasta conocer su resistencia antes de romperse.

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

(Tejada Achmidt, 2001)

➤ **Equipo requerido:**

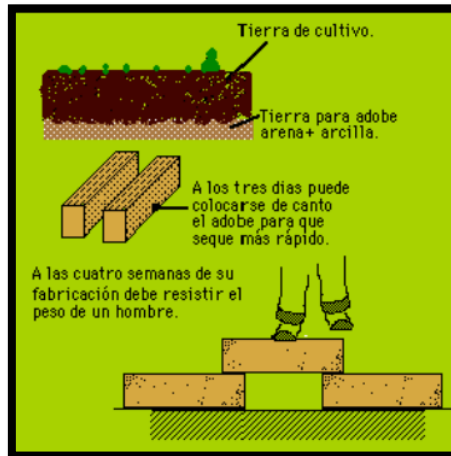


Figura N° 36: Prueba de Flexión

Recuperado de “Construcción con Tierra – Ensayo de Campo” – Juan Borges Ramos (2010)

2.2.4. Ensayos de Análisis y Control en Laboratorio.

2.2.4.1. Ensayos de Análisis y Control para Selección de Suelo

2.2.4.1.1. Muestreo de un Suelo

Consiste en la obtención de una porción del material con el que se pretende construir una estructura o bien del material que ya forma parte de la misma, de tal manera que las características de la porción obtenida sean representativas del conjunto. El muestreo, además, incluye las operaciones de envase, identificación y transporte de las muestras.

El muestreo comprende dos tipos de muestras:

- Muestras Alteradas.** - Son aquellas que están constituidas por el material disgregado o fragmentado, en las que no se toman precauciones especiales para conservar las características de estructura y humedad; no obstante, en algunas ocasiones conviene conocer el contenido de agua original del suelo, para lo cual las muestras se envasan y transportan en forma adecuada. Las muestras alteradas, de suelos podrán obtenerse de una excavación, de un frente, ya sea de corte o de banco o bien, de perforaciones llevadas a profundidad con herramientas especiales. Las muestras deberán ser representativas de cada capa que se atravesase, hasta llegar a una profundidad que puede corresponder al nivel más bajo

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

de explotación, al nivel de aguas freáticas o aquel el cual sea necesario extender el estudio

- b) **Muestras Inalteradas.** - Son aquellas en las que se conserva la estructura y la humedad que tiene el suelo en el lugar en donde se obtenga la muestra. Las muestras inalteradas se obtendrán de suelos finos que puedan labrarse sin que se disgreguen.

La obtención puede efectuarse en el piso o en una de las paredes de una excavación, en la superficie del terreno natural o en la de una terracería.

(SARA CHUTAS & CHAMPI CHAVEZ, 2016)

2.2.4.1.2. Contenido de Humedad.

a) Definición

Contenido de humedad, es la relación del peso del agua entre el peso de los sólidos de un suelo. En el cual Determinar la cantidad de agua que posee una muestra de suelo, con respecto al peso seco de la muestra.

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{\text{Peso Original de la Muestra} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Seco}} * 100$$

2.2.4.1.3. Límites de Atterberg

a) Definiciones

El concepto de un suelo como material que puede presentarse en varios estados, según su contenido de humedad, resulta muy útil. Cuanto mayor sea la cantidad de agua que contiene un suelo, menor será la interacción entre partículas adyacentes y más se aproximara el suelo en su comportamiento al de un líquido.

De una manera muy general, puede esperarse que el agua atraída por las superficies de las partículas de suelo no se comportara como un líquido. Así pues, si comparamos dos suelos A y B, y si el suelo A tiene una mayor tendencia a adsorber agua sobre la superficie de sus partículas, puede esperarse que la humedad para la cual ambos suelos A tendrá un límite líquido mayor que el suelo B. cabe suponer que el mismo razonamiento podría aplicarse al límite plástico y por tanto al índice de plasticidad.

Sin embargo, los límites entre los diversos estados se han fijado arbitrariamente, por lo cual es improbable que puedan interpretarse completamente. Es decir, es poco probable

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

que la magnitud del límite líquido de un suelo determinado pueda relacionarse cuantitativamente con el espesor de la capa de agua adsorbida. (BOWLES)

T A B L A 1.5
LIMITES DE ATTERBERG



ESTADO	ASPECTO Y COMPORTAMIENTO	LIMITE SEGUN CONTENIDO DE AGUA
 Suelo fluido	LIQUIDO	SOPA ESPESA, LIQUIDO VISCOSO
	PLASTICO	PASTA DENTAL, MANTECA BLANDA SE DEFORMA SIN AGRIETARSE
Aumenta el % de agua ↑  Suelo seco	SEMISOLIDO	QUESO, CAMELO BLANDO SE DEFORMA PERO SE AGRIETA
	SOLIDO	CAMELO DURO, GALLETAS SE RESQUEBRAJA AL DEFORMARSE

Figura N° 37: Límites de Atterberg e Índices con ellos Asociados
Recuperado de “Mecánica de suelos” Lambe & Whitman (1969)

a.1) Límite Líquido (LL)

Es la frontera comprendida entre los estados Semi-líquido y Plástico, definiéndose como el contenido de humedad que requiere un suelo previamente remoldeado, en el que al darle una forma trapecial sus taludes fallen simultáneamente, cerrándose la ranura longitudinalmente 13mm., sin resbalar sus apoyos, al sufrir el impacto de 25 golpes consecutivos, con una frecuencia de 2 golpes por segundo, en la Copa de Casagrande, teniendo una altura de caída de 1 cm.

El Límite Líquido, se define también como el contenido de humedad que requiere un suelo para presentar una resistencia al esfuerzo cortante de aproximadamente 25 gr/cm² independientemente de su mineralogía. (BOWLES)

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

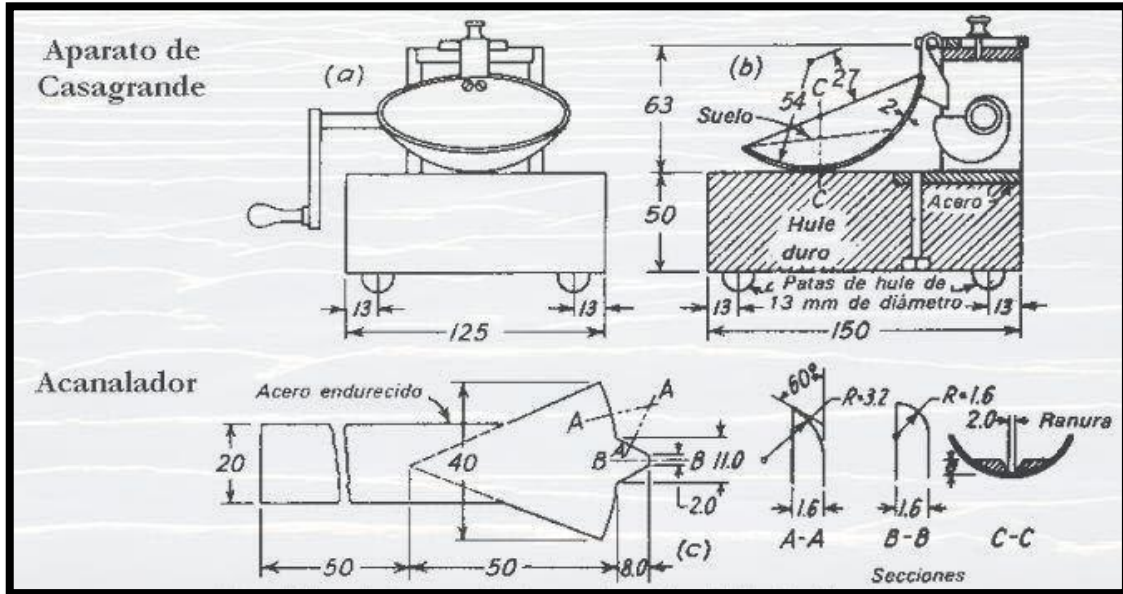


Figura N° 38: Cuchara de Casagrande.

Recuperado de “Manual de laboratorio de Suelos de Ingeniería Civil” de Joseph Bowles.

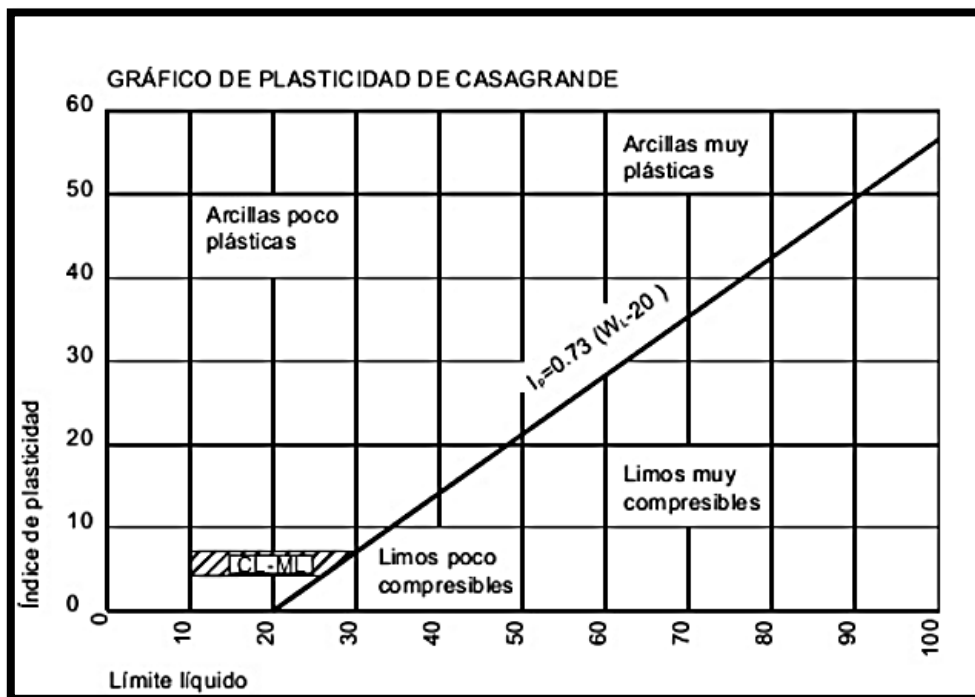


Figura N° 39: Plasticidad de Casagrande

Recuperado de “Manual de laboratorio de Suelos de Ingeniería Civil” de Joseph Bowles.

a.2) Límite Plástico (LP)

Es el contenido de humedad del suelo en el límite entre los estados semi-sólido y plástico expresado en porcentaje. Se define como el contenido de humedad que posee un cilindro de material en estudio de 11 cm. de longitud y 3.2 mm. de diámetro (formado al girarlo o

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

rolarlo con la palma de la mano sobre una superficie lisa) al presentar agrietamientos en su estructura. (BOWLES)

Tabla 5: Límites de Suelo.

Solido	Semi-Solido	Plástico	Semi-Líquido	Líquido
	LC	LP	LL	

Nota. Recuperado de “Manual de laboratorio de Suelos de Ingeniería Civil” de Joseph Bowles.

a.3) Índice de Plasticidad (IP)

Es la diferencia entre los límites líquido y plástico, es decir, el rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene plástico: (BOWLES)

$$I_p \text{ ó } IP = w_i - w_p$$

2.2.4.1.4. Análisis Granulométrico del Suelo.

a) Análisis granulométrico del suelo por tamizado.

Se nos será de gran importancia para nuestro trabajo la realización de las pruebas granulométricas de los suelos, porque estos suelos son los que componen el adobe y a la vez nos van a dar a conocer una de las propiedades del adobe.

La granulometría es una prueba de análisis mecánico que nos da a conocer el rango de los tamaños de las partículas del suelo, expresado como un porcentaje del peso (o masa) seco total. Hay dos métodos para la realización de las pruebas granulométricas, en este trabajo se realizará el método del análisis por cribado.

(Braja, 2001) Afirma: El análisis por cribado consiste en sacudir la muestra de suelo a través de un conjunto de mallas que tienen aberturas progresivamente más pequeñas. Los números de las mallas estándar con sus tamaños de aberturas (usadas en Estados Unidos) se dan en la **Tabla 6**.

Primero el suelo se seca en horno, y luego todos los gramos se disgregan en partículas pequeñas antes de ser pasados por las mallas. La Figura N° 48 muestra un conjunto de éstas en un vibrador de mallas usado para llevar a cabo la prueba en el laboratorio. Después de que el período de vibración concluye, se determina la masa el suelo retenido en cada malla, cuando se analizan suelos cohesivos. (Braja, 2001)

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Tabla 6: *Tamaños de Mallas Estándar en Estados Unidos*

MALLA N°.	ABERTURA (mm)	MALLA N°.	ABERTURA (mm)
4	4.75	50	0.3
6	3.35	60	0.25
8	2.36	80	0.18
10	2	100	0.15
16	1.18	140	0.106
20	0.85	170	0.088
30	0.6	200	0.075
40	0.425	270	0.053

Nota. Recuperado de “Fundamentos de ingeniería geotécnica” de Braja Das M. (2001).

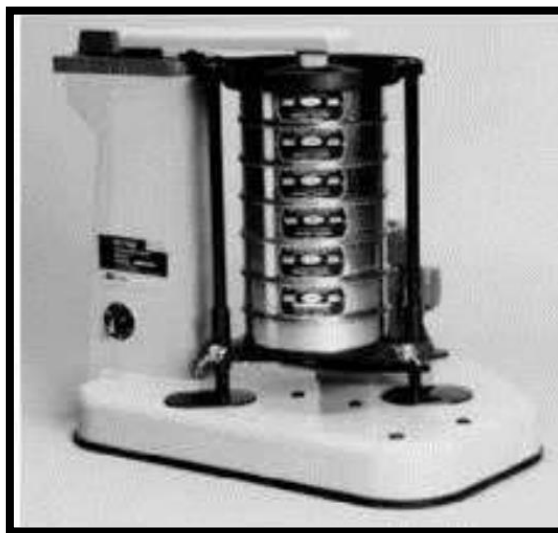


Figura N° 40: Muestra los Tamices que se Usan en el Zarandeado.
Recuperado de “Fundamentos de ingeniería geotécnica” de Braja Das M. (2001).

Resulta difícil disgregar los grumos en partículas individuales. En tal caso el suelo se mezcla con agua para formar una lechada que luego se lava a través de las mallas. Las porciones retenidas en cada malla se recolectan por separado y se secan en horno antes de que la masa retenida en cada malla sea determinada.

Los resultados del análisis por cribado se expresan generalmente como porcentaje del peso total del suelo que ha pasado por las diferentes mallas. **Tabla 7** muestra un ejemplo de los cálculos efectuados en un análisis por cribado. (Braja, 2001)

Tabla 7: *Muestra de un Ejemplo*

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

MALLA N°. (1)	DIAMETRO (mm) (2)	MASA DE SUELO RETENIDO EN CADA MALLA (g) (3)	PORCENTAJE DE SUELOS RETENIDOS EN CADA MALLA (4)	POR CIENTO QUE PASA (5)
10	2.000	0	0	100.00
16	1.180	9.90	2.20	97.80
30	0.600	24.66	5.48	92.32
40	0.425	17.60	3.91	88.41
60	0.250	23.90	5.31	83.10
100	0.150	35.10	7.80	75.30
200	0.075	59.85	13.20	62.00
Pan		278.99	62.00	0.00

* Columna 4 = (columna 3)/(masa total de suelo) X 100
+ A esto también se llama porcentaje que pasa

Nota. Recuperado de “Fundamentos de ingeniería geotécnica” de Braja Das M. (2001).

2.2.4.1.5. Clasificación de Suelos.

La determinación y cuantificación de las diferentes propiedades del suelo, tienen como objetivo el establecimiento de una división sistemática de los diferentes tipos de suelos existentes atendiendo a la similitud de sus características físicas y sus propiedades geomecánicas.

A partir de las propiedades de sencilla determinación; normalmente es suficiente con conocer la granulometría y plasticidad de un suelo para predecir su comportamiento mecánico. (BAÑÓN BLÁZQUEZ & BEVIÁ GARCÍA, 2000)

a) Clasificación General de Casagrande Modificada

Dicha clasificación se vale de unos símbolos de grupo, consistentes en un prefijo que designa composición del suelo y un sufijo que matiza sus propiedades. (BAÑÓN BLÁZQUEZ & BEVIÁ GARCÍA, 2000)

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUBGRUPO	SUFIJO
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobrememente graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Límite líquido alto (>50)	L
Turba	Pt	Límite líquido bajo (<50)	H

Figura N° 41: Símbolo de Grupo (SUCS).

Recuperado de “Fundamentos de ingeniería geotécnica” de Braja Das M. (2001). En función de estos símbolos, pueden establecer diferentes combinaciones que definen uno y otro tipo de suelo:

SÍMBOLO	Características generales		
GW	GRAVAS (>50% en tamiz #4 ASTM)	Limpias (Finos<5%)	Bien graduadas
GP			Pobrememente graduadas
GM		Con finos (Finos>12%)	Componente limoso
GC			Componente arcilloso
SW	ARENAS (<50% en tamiz #4 ASTM)	Limpias (Finos<5%)	Bien graduadas
SP			Pobrememente graduadas
SM		Con finos (Finos>12%)	Componente limoso
SC			Componente arcilloso
ML	LIMOS	Baja plasticidad (LL<50)	
MH		Alta plasticidad (LL>50)	
CL	ARCILLAS	Baja plasticidad (LL<50)	
CH		Alta plasticidad (LL>50)	
OL	SUELOS ORGÁNICOS	Baja plasticidad (LL<50)	
OH		Alta plasticidad (LL>50)	
Pt	TURBA	Suelos altamente orgánicos	

Figura N° 42: Tipología de Suelos (SUCS).

Recuperado de “Manual de carreteras” Bañón Blázquez & Bevía García (2000)

Como se puede apreciar en la tabla anterior, existe una clara distinción entre tres grandes grupos de suelos:



total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

- **Suelos de grano grueso (G y S).**

Formados por gravas y arenas con menos del 50 % de contenido de finos, empleando el tamiz 0.075 UNE (# 200 ASTM).

Estos suelos están constituidos de partículas con textura granular compuestas de fragmentos de roca y mineral. De acuerdo al sistema de clasificación unificado estas partículas tienen un tamaño comprendido entre 75 y 0.075 mm, que corresponde al tamaño de la grava y arena. Aunque en su mayoría contienen partículas mayores a 0.075 mm también contienen material fino en pequeña cantidad, como conjunto estos suelos tienen mayor resistencia a la erosión. (BAÑÓN BLÁZQUEZ & BEVIÁ GARCÍA, 2000)

- **Suelos de grano fino (M Y C).**

Constituidos por los suelos con 50% o más de finos. Se trata de suelos arcillosos y limosos, estableciéndose una subclasificación en función de la relación entre su límite líquido y su índice de plasticidad y según que contengan o no materia orgánica. Los subgrupos se representan sobre unas zonas establecidas en el gráfico de plasticidad. (BAÑÓN BLÁZQUEZ & BEVIÁ GARCÍA, 2000)

- **Suelos orgánicos (O, PT).**

Constituidos fundamentalmente por materia orgánica fibrosa, como las turbas. Estos suelos se identifican fácilmente por su color marrón oscuro y su olor a materia orgánica en descomposición. Son inservibles como terreno de cimentación.

Así mismo, dentro de una tipología expuesta pueden existir casos intermedios, empleándose una doble nomenclatura.

Tras un estudio experimental de diferentes muestras de suelo de grano fino, Casagrande consigue ubicarlos en un diagrama que relaciona el Límite Líquido (LL) con el Índice de Plasticidad (IP). Este diagrama conocido como carta de Casagrande de los suelos cohesivos, destacan dos grandes líneas que actúan a modo de límites.

Línea A: $IP = 0.73 * (LL - 20)$

Línea B: $LL = 50$.

(BAÑÓN BLÁZQUEZ & BEVIÁ GARCÍA, 2000)

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

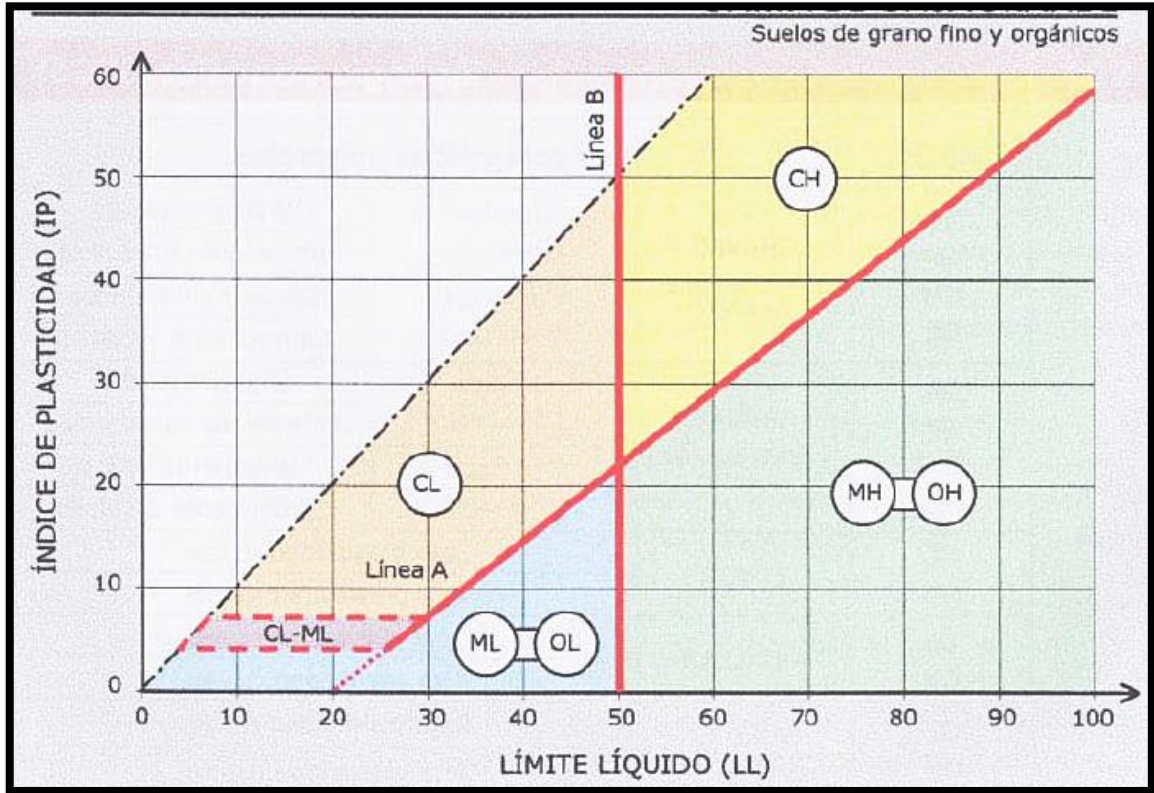


Figura N° 43: Carta de Casagrande Para Suelos de Grano Fino.
Recuperado de “Manual de carreteras” Bañón Blázquez & Bevía García (2000)

total del agua en peso por muclago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Identificación en el campo (excluyendo las partículas mayores de 7,6 cm y basando las fracciones en pesos estimados)				Símbolo del grupo	Nombres típicos					
Suelos de grano grueso-Más de la mitad del material es retenido por el tamiz N.º 200	Gravas-más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz N.º 4	Gravas limpias (con pocos finos o sin ellos)	Amplia gama de tamaños y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con pocos finos o sin ellos					
			Predominio de un tamaño o un tipo de tamaños, con ausencia de algunos tamaños intermedios	GP	Gravas mal graduadas, mezclas de arena y grava con pocos finos o sin ellos					
		Gravas con finos (cantidad apreciable de finos)	Fracción fina no plástica (para la identificación ver el grupo ML más abajo)	GM	Gravas limosas, mezclas mal graduadas de grava, arena y limo					
			Finos plásticos (para identificación ver el grupo CL más abajo)	GC	Gravas arcillosas, mezclas mal graduadas de grava, arena y arcilla					
	Arenas-más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz N.º 4	Arenas limpias (con pocos finos o sin ellos)	Amplia gama de tamaños y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava con pocos finos o sin ellos					
			Predominio de un tamaño o un tipo de tamaños, con ausencia de algunos tamaños intermedios	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava con pocos finos o sin ellos					
		Arenas con finos (cantidad apreciable de finos)	Finos no plásticos (para identificación ver el grupo ML más abajo)	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo mal graduadas					
			Finos plásticos (para identificación ver el grupo CL más abajo)	SC	Arenas arcillosas, mezclas mal graduadas y arenas y arcillas					
	Métodos de identificación para la fracción que pasa por el tamiz N.º 40									
	Suelos de grano fino-Más de la mitad del material pasa por el tamiz N.º 200 (La abertura del tamiz N.º 200 corresponde aproximadamente al tamaño de la menor partícula apreciable a simple vista)	Limos y arcillas con límite líquido menor de 50	Resistencia en estado seco (a la disgregación)	Distancia (reacción a la agitación)	Tenacidad (consistencia)					
						Nula a ligera	Rápida a lenta	Nula	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas con ligera plasticidad
						Media a alta	Nula a muy lenta	Media	CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas
Ligera a media			Lenta	Ligera	OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad				
Limos y arcillas con límite líquido mayor de 50		Resistencia en estado seco (a la disgregación)	Distancia (reacción a la agitación)	Tenacidad (consistencia)						
					Ligera a media	Lenta a nula	Ligera a media	MH	Limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos finos micáceos o con diatomeas, suelos limosos	
					Alta a muy alta	Nula	Alta	CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad elevada, arcillas grasas	
		Media a alta	Nula a muy lenta	Ligera a media	OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta				
Suelos altamente orgánicos		Fácilmente identificables por su color, olor, sensación esponjosa y frecuentemente por su textura fibrosa			Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos				

Los suelos que poseen características de dos grupos se designan con la combinación de los dos símbolos. P. ej., **GW-GC**, mezcla bien graduada de arena y grava. Todos los tamaños de tamices se refieren al U.S. Standard.

Figura N° 44: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
Recuperado de “Geotecnia – Unidad IV” Ing. M.Sc. Dante Bosch

• **SISTEMA AASHTO.**

Este sistema clasifica el material según los granos finos y granos gruesos los cuales consideran 8 tipos de suelos enumerado en números arábigos desde el número 1 hasta el 8 y usan como prefijo la letra A.

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Este sistema es más usado en carreteras. Este sistema usa una tabla para seleccionar el material según su granulometría, límite líquido e índice de plasticidad. Se muestra a continuación. (Braja, 2001)

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa el tamiz #200)							Materiales limoarcillosos (más de 35% pasa el tamiz #200)			
	A-1		A-3 ^A	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Tamizado, % que pasa											
No. 10 (2.00mm)	50 máx.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 40 (425µm)	30 máx.	50 máx.	51 mín.	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 200 (75µm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Consistencia											
Límite líquido	...	...	...	B				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.	N.P.	N.P.	B				10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín. ^B
Tipos de materiales característicos	Cantos, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limoarcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Calificación	Excelente a bueno							Regular a malo			

^A La colocación de A3 antes de A2 en el proceso de eliminación de izquierda a derecha no necesariamente indica superioridad de A3 sobre A2.

^B El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor que LL-30. El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL-30.

Figura N° 45: Clasificación del Material Granulares Aashto.
Recuperado de Braja, M. D. (2006). Principios de ingeniería de cimentaciones

2.2.4.1.6. Ensayo de Viscosidad.

Para este ensayo se realizó un método muy sencillo la cual utilizaremos estas fórmulas:

$$Dm = \frac{m}{v}$$

Donde:

Dm= Densidad. (kg/m3)

m= Masa (kg)

v= Volumen (m3)

- Hallamos la densidad de la canica, primero calculamos el volumen mediante la siguiente fórmula:

$$VOL = \frac{4}{3} * \pi * r^3$$

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Donde:

VOL= Volumen (m³)

$\pi = 3.14$

r = Radio de la canica (m³)

- Teniendo estos valores reemplazamos en la fórmula de densidad para hallar la densidad de la canica.
- Una vez con todos los datos, hallamos las velocidades, con la siguiente fórmula:

$$V = \frac{d}{t}$$

Donde:

V= Velocidad

d=Distancia (m)

t=Tiempo (s)

- Para ello necesitamos un vaso de cristal donde colocaremos el líquido viscoso (500ml).



Figura N° 46: Jarra con Fluido

Recuperados experimentos página de YouTube

URL. <https://www.youtube.com/watch?v=zhi0I-hLmo4&t=111s>

- Debemos soltar la canica a una altura que deberemos medir y tomar el tiempo en el que la canica choca con la base.

total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”



Figura N° 47: Cronometro.

Recuperados experimentos página de YouTube

URL. <https://www.youtube.com/watch?v=zhi0I-hLmo4&t=111s>

- Una vez considera el tiempo reemplazamos en la fórmula de la velocidad.
- Con todos los datos reemplazamos en la fórmula de viscosidad:

$$\text{Viscosidad} = \left(\frac{2 * (D_{\text{canica}} - D_{\text{mucílago}}) * (g) * (r^2)}{9 * \text{Vel}} \right)$$

Donde:

D_{canica} = Densidad de la canica (kg/m³)

$D_{\text{mucílago}}$ = Densidad del mucílago (kg/m³)

g = Gravedad (m/s²)

r = Radio de la canica (m)

Vel = Velocidad (m/s)

(STOKES, 2007)

2.2.4.2. Ensayos de Análisis y Control para Unidades de Adobe.

2.2.4.2.1. Ensayos para las Propiedades Físicas.

Para este trabajo de investigación se considera como propiedades físicas para la unidad de adobe a las propiedades de Variación Dimensional, Absorción y Succión.

total del agua en peso por muclago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

a) Variación Dimensional en las Unidades de Adobe.

Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.

(NORMA TECNICA E. 070, 2006)

El Ensayo de Variación Dimensional consiste en medir cada espécimen, el largo, ancho y alto, con la precisión de 1 mm, cada medida se obtendrá como promedio de las cuatro medidas entre los puntos medios de los bordes terminales de cada cara.

(Abanto Flores & Akarley Poma, 2014)



Figura N° 48: Variación Dimensional.

Recuperado de “Características Físicas Y Mecánicas De Unidades De Albañilería Ecológicas Fabricadas Con Suelo-Cemento En La Ciudad De Trujillo” Abanto Flores & Akarley Poma (2014)

La variabilidad dimensional define la altura de las hiladas, ya que se manifiesta, con mayores variaciones en la necesidad de aumentar el espesor de la junta de mortero por encima de lo necesaria por adhesión, que es de 9 a 12 mm, conduciendo a una albañilería menos resistente en compresión.

$$\%V = \frac{(DN - DP)}{DN} \times 100$$

Dónde:

% V: Variación de dimensión en porcentaje

DN: Dimensión nominal



total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

DP: Dimensión promedio de cada dimensión

(ENCISO PERALTA, 2015)

b) Absorción en las Unidades de Adobe.

Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.613.

(NORMA TECNICA E. 070, 2006)

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

Cabe advertir que la NTP 399.613 requiere que la prueba de absorción se realice con medias unidades como especímenes de prueba, ya que como mencionamos estas pruebas están destinadas a unidades de arcilla las cuales fácilmente pueden ser divididas en medias unidades. Las unidades designadas para la prueba serán sometidas a un secado uniforme en un horno estándar por un lapso de 24 horas a una temperatura de 110 °C. Este procedimiento se realiza con la finalidad de eliminar la humedad natural contenida en dichos especímenes para obtener un resultado basado únicamente en la absorción de agua producto de la inmersión de las muestras.

A continuación, se procede a pesar las muestras con una aproximación de 1 gr. Se preparan los recipientes en los cuales se sumergirán los especímenes, con la finalidad de que todas las caras del espécimen estén en contacto directo con el agua. Antes de sumergir los especímenes, se procede a tomar un registro de la temperatura del agua potable contenida en los baldes. Se sumerge el espécimen en agua limpia que se encuentre a una temperatura entre 15.5 °C a 30 °C, por un periodo de 24 horas. Pasado este lapso, se retira el espécimen, limpiando el agua superficial con un paño para posteriormente pesar el espécimen con una aproximación de 1 gr. Las muestras se pesan dentro de los 5 minutos siguientes de ser retirados del agua.

Calculamos la absorción de cada espécimen con la siguiente expresión:

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

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

Dónde:

W_d = Peso seco del espécimen.

W_s = Peso del espécimen saturado

Después de la inmersión en agua fría durante 24 horas. Finalmente se calcula el promedio de la absorción de todos los especímenes ensayados, con aproximación a 0,001 %.

(ENCISO PERALTA, 2015)

c) **Succión en las Unidades de Adobe.**

La prueba de laboratorio de Succión en unidades de albañilería, está basada en la NTP 399.613 Unidades de Albañilería, es la velocidad inicial con la que el ladrillo toma agua por capilaridad, medida en gramos de agua absorbidos por cada cm² de superficie puesta en contacto con el agua en un minuto, que mide la capacidad de imbibición de agua por capilaridad mediante inmersión parcial del ladrillo en un periodo corto de tiempo, es decir es la cantidad de agua que puede ascender por tensión capilar en una pieza de ladrillo, teniendo la prueba de succión por objetivo obtener el índice de absorción temprana del espécimen de prueba; la cantidad de agua que la unidad de adobe puede absorber en un periodo normado de 1 min ± 1 s.

Es la medida de la rapidez del agua a adherirse a la unidad en la cara de asiento y es la característica fundamental para definir la relación de mortero unidad en la inter fase de contacto y por lo tanto la resistencia a la tracción de la albañilería.

Puesto que cuando la unidad tiene demasiada succión, al colocar el mortero esta absorbe el agua de él haciendo que se deforme y se endurezca lo que impide el contacto total con la siguiente unidad.

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

$$Succión = \frac{(P_{su} - P_{se}) \times 200}{A}$$

Dónde:

P_{su} : peso de unidad en succión

P_{se} : peso de unidad en seco

A : área de contacto de la unidad

(Norma Técnica E 0.80, 2006)

2.2.4.2.2. Resistencia a la Compresión en Unidades de Adobe.

La resistencia a la compresión de la unidad se determinará ensayando cubos labrados cuya arista será igual a la menor dimensión de la unidad de adobe.

El valor del esfuerzo resistente en compresión se obtendrá en base al área de la sección transversal, debiéndose ensayar un mínimo de 6 cubos, definiéndose la resistencia última (f_0) 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_0 mínimo aceptable de 10.2 kgf/cm²

La resistencia a la compresión de la unidad es un índice de la calidad de la misma no de la albañilería.

$$f_0 = 1.0 \text{ MPa} = 10.2 \text{ kgf/cm}^2$$

(Norma E.080 "Diseño y Construcción con Tierra Reforzada", 2017)

El esfuerzo de compresión es la resultante de las presiones que existe dentro de un sólido deformable, en nuestro caso el sólido deformable va ser el adobe, o medio continuo, caracterizada porque tiende a una reducción de volumen del cuerpo, y a un acortamiento del cuerpo en determinada dirección.

Las fuerzas que se les aplica al adobe serán por las caras de mayor área que son la cara inferior y cara superior de descanso, estas fuerzas las volveremos distribuidas cuando sobre estas dos caras del adobe se les ponga placas de acero como se muestra.

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

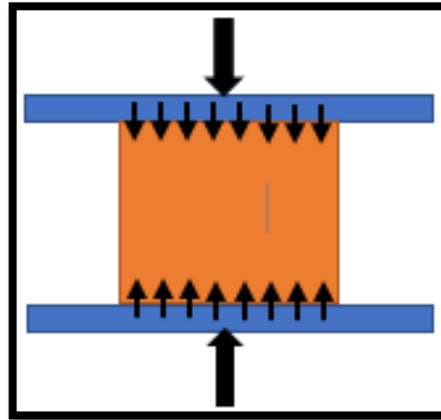


Figura N° 49: Fuerzas a Compresión que se Ejercer Sobre el Adobe.
Fuente propia.

Las fuerzas que se les aplica en las caras de descanso del adobe harán que falle a compresión el adobe.

(SARA CHUTAS & CHAMPI CHAVEZ, 2016)

2.2.4.2.3. Resistencia a la Erosión (Ensayo de Erosión Acelerada Swinburne – SAET)

Con este ensayo lo que se pretende estudiar el comportamiento de las unidades de adobes a la erosión de su superficie ocasionada por el contacto continuo de gotas de agua en una de las caras de las unidades de adobes, simulando las consecuencias de una lluvia fuerte y prolongada. De esta forma se podría comparar los resultados en cada uno de los casos, verificando cuál de las unidades de adobe resultaba más erosionable.

Para el diseño de este ensayo, se tuvo como guía lo establecido en la UNE 41410:2008, Bloque de tierra comprimida para muros y tabiques. Basado en el ensayo de erosión acelerada Swinburne (SAET) y la experiencia llevada a cabo por otros doctorados en condiciones similares.

(Mosquera Gonzalez, 2016)

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

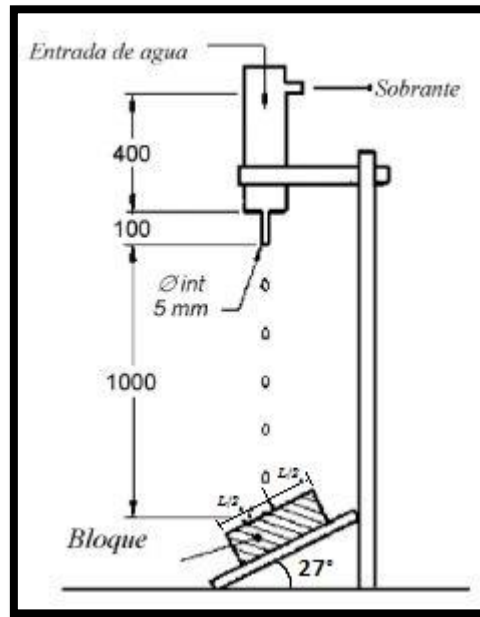


Figura N° 50: Equipo de Ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET).
Recuperado de “norma UNE 41410:2008, Bloque de tierra comprimida para muros y tabiques” (2008).

Las herramientas y materiales utilizados en la construcción del equipo Los cuales se describen a continuación:

- Madera de 1 pulgada de espesor: Se utilizó para la construcción de las bases del tanque de almacenamiento y soporte de colocación del adobe a ensayar.
- Tubería PVC: Se utilizó para la construcción del tanque de almacenamiento, de 4 pulgadas de diámetro, y como medio de conexión de entrada y rebose del mismo, de 0,5 pulgadas de diámetro.
- Manguera: Se utilizó como medio de conexión de entrada del fluido al tanque de almacenamiento y como un medio de rebose del mismo tanque.
- Conexiones de PVC: Utilizados para conectar la tubería de entrada y de rebalse al tanque de almacenamiento.
- Estructura metálica: Utilizado como marco de soporte del equipo a utilizar en el ensayo para sostener la tubería de almacenamiento.
- Hule: reciclado de neumático de vehículo. Con el que se elaboraron los empaques que se colocaron en la entrada y rebalse del tanque de almacenamiento, con el fin de asegurar la colocación de los accesorios en dichos puntos. Así también, evitar la salida de fluido por los mismos.

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

- Sorbete: Sorbete de 10 cm de largo y 5 mm de diámetro. Utilizado como salida del fluido del tanque de almacenamiento.
- Tapón PVC de 4” pulgadas: tapón de PVC para la parte superior e inferior de la tubería de 4“. El tapón PVC se utilizó como fondo de dicho tanque.
- Pegamento: se utilizó pegamento para tubería de PVC para la unión de la tubería de entrada y de rebose. (Norma Española, 2008)



Figura N° 51: La Construcción del Equipo de Ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) Fuente propia.



CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.

3.1. Metodología de la Investigación.

3.1.1. Tipo de Investigación.

Es CUANTITATIVA.

Porque se miden fenómenos, siguen un proceso secuencial y se plantea hipótesis.

(Hernández Sampieri, Metodología de la Investigación, 2014)

3.1.2. Nivel de la Investigación.

Alcanza el nivel DESCRIPTIVO.

Porqué describen los hechos tal como son observados. Si hay manipulación de variables.

3.1.3. Método de la Investigación.

El método aplicado es el HIPOTÉTICO - DEDUCTIVO.

Debido a que se parte de una hipótesis, el cual será demostrado mediante la serie de pasos con el fin de tener una respuesta clara el cual indique la comprobación de dicha hipótesis.

3.2. Diseño de la Investigación.

3.2.1. Diseño Metodológico.

El diseño empleado es del tipo EXPERIMENTAL.

Para el desarrollo del presente proyecto de investigación se hará el uso de diseño experimental, que administran estímulos o tratamientos, calificándolo este con la realización de Experimentos Puros, en el cuál se realizará:

- Manipulación intencional de variables.
- Medición de variables.
- Control y validez.
- Grupos de comparación.

Se tiene dos grupos de objetos con las mismas características. Antes de realizar el experimento se efectúa una pre-prueba, es decir se mide la cualidad que se desea observar en el experimento.

A cualquier de los grupos se le somete al tratamiento experimental. A uno se le llama grupo experimental y al otro grupo de control.

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

3.2.2. Diseño de Ingeniería.

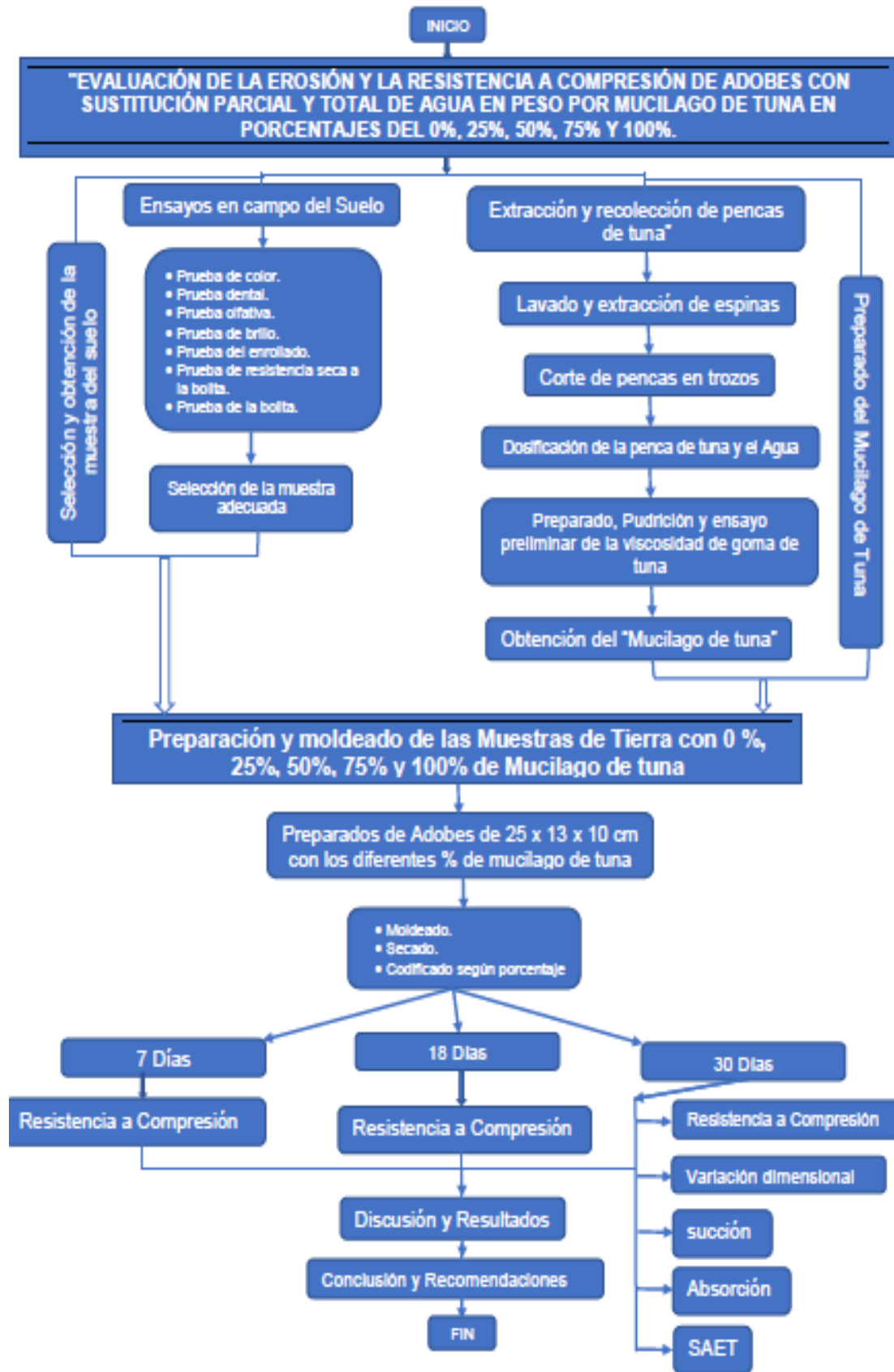


Figura N° 52: Diseño de Ingeniería.
Fuente propia.



total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

3.3. Población y Muestra.

3.3.1. Población.

3.3.1.1. Descripción de la Población.

La población la define el objetivo o propósito central del estudio y no estrictamente su ubicación o límites geográficos u otras características particulares anterior de ella. La población constituye un conjunto de elementos que forma parte del grupo de estudio, por tanto, se refiere a todos los elementos que en forma individual puede ser cobijado en la investigación. (Ramirez, 2005).

La población de la presente investigación está conformada por el Adobe de 25x13x10 cm aceptada por la Norma E0.80, a la cual se le sustituyó el agua por el mucílago de Tuna en porcentajes de 0%, 25%, 50%, 75% y 100% con respecto al peso del adobe.

3.3.1.2. Cuantificación de la Población.

El Adobe de esta investigación está conformado por la paja, suelo (según gradación de la Norma E0.80), agua y mucílago de tuna, haciendo un total de 300 adobes.

3.3.2. Muestra.

3.3.2.1. Descripción de la Muestra.

La muestra, por otro lado, consiste en un grupo reducido de elementos de dicha población al cual se le evalúan características particulares, generalmente, aunque no siempre, con el propósito de inferir tales características a toda la población. En estos casos hablamos de muestras representativas y los elementos que la componen son tomados al azar muestreos aleatorios simple, estratificado aleatorio, sistemático con inicio aleatorio u otros. En el muestreo aleatorio, todos los elementos tienen las mismas probabilidades de ser incluidos en la muestra. (Ramirez, 2005)

La población de la presente investigación está conformada por el Adobe de 25x13x10cm aceptada por la Norma E0.80, a la cual se le sustituyó el agua por el mucílago de Tuna en porcentajes de 0%, 25%, 50%, 75% y 100% con respecto al peso del adobe, la cual coincide con la población.

3.3.2.2. Cuantificación de la Muestra.

Para poder evaluar esta muestra se aplican criterios muestrales, es decir esta muestra va ser evaluada mediante muestras con sustitución de agua por mucílago de tuna en

total del agua en peso por muclago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

porcentajes diferentes con respecto al peso del adobe, a la cual se le realizaran ensayos para ver sus Propiedades Físicas (en esta tesis se considera como propiedades físicas al Ensayo de Variación Dimensional del Adobe, al ensayo de Succión y al ensayo de Absorción), también el ensayo de Fuerza a la Compresión y el ensayo de Erosión Acelerada de Swinburne, las cuales están cuantificados de la siguiente manera:

Tabla 8: Cuantificación de Variación Dimensional

PRUEBA	Cantidades de muestras usadas a los 30 días				
	0%	25%	50%	75%	100%
Variación dimensional	10	10	10	10	10
TOTAL	50				

Fuente propia.

Tabla 9: Cuantificación de Absorción.

PRUEBA	Cantidades de muestras usadas a los 30 días				
	0%	25%	50%	75%	100%
Absorción	5	5	5	5	5
TOTAL	25				

Fuente propia.

Tabla 10: Cuantificación de Succión.

PRUEBA	Cantidades de muestras usadas a los 30 días				
	0%	25%	50%	75%	100%
Succión	5	5	5	5	5
TOTAL	25				

Fuente propia.

Tabla 11: Cuantificación de Compresión.

PRUEBA	Días	Cantidades de muestra				
		0%	25%	50%	75%	100%
Compresión	7 Días	10	10	10	10	10
	18 Días	10	10	10	10	10
	30 Días	10	10	10	10	10
TOTAL		150				

Fuente propia.

Tabla 12: Cuantificación Erosión Acelerada de Swinburne (SAET)

PRUEBA	Cantidades de muestras usadas a los 30 días				
	0%	25%	50%	75%	100%
SAET	10	10	10	10	10
TOTAL	50				

Fuente propia.

Tabla 13: Resumen de la Cuantificación de las Muestras.

PRUEBA	Total de Muestras
Variación Dimensional	50
Absorción	25
Succión	25
Compresión	150
SAET	50
TOTAL	300

Fuente propia.

3.3.2.3. Método de Muestreo.

En esta investigación se realizará el método no probabilístico porque no se utiliza fórmulas estadísticas para la selección de las muestras. (Hernández Sampieri, Metodología de la Investigación 5ta Edición , 2010)

En este tipo de muestreo los investigadores fabrican sus elementos muestrales, no es un tipo de muestreo riguroso ya que no todos los elementos de la población pueden formar parte de la muestra.

3.3.2.4. Criterios de Evaluación de la Muestra.

- 10 Adobes con 0% de Mucílago de Tuna (Adobe Patrón) para el ensayo de Variación Dimensional.
- 10 Adobes con 25% de Mucílago de Tuna para el ensayo de Variación Dimensional.
- 10 Adobes con 50% de Mucílago de Tuna para el ensayo de Variación Dimensional.
- 10 Adobes con 75% de Mucílago de Tuna para el ensayo de Variación Dimensional.
- 10 Adobes con 100% de Mucílago de Tuna para el ensayo de Variación Dimensional.
- 05 Adobes con 0% de Mucílago de Tuna (Adobe Patrón) para el ensayo de Absorción.
- 05 Adobes con 25% de Mucílago de Tuna para el ensayo de Absorción.
- 05 Adobes con 50% de Mucílago de Tuna para el ensayo de Absorción.
- 05 Adobes con 75% de Mucílago de Tuna para el ensayo de Absorción.
- 05 Adobes con 100% de Mucílago de Tuna para el ensayo de Absorción.



total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

- 05 Adobes con 0% de Mucílago de Tuna (Adobe Patrón) para el ensayo de Succión.
- 05 Adobes con 25% de Mucílago de Tuna para el ensayo de Succión.
- 05 Adobes con 50% de Mucílago de Tuna para el ensayo de Succión.
- 05 Adobes con 75% de Mucílago de Tuna para el ensayo de Succión.
- 05 Adobes con 100% de Mucílago de Tuna para el ensayo de Succión.
- 30 Adobes con 0% de Mucílago de Tuna (Adobe Patrón) para el ensayo de Compresión.
- 30 Adobes con 25% de Mucílago de Tuna para el ensayo de Compresión.
- 30 Adobes con 50% de Mucílago de Tuna para el ensayo de Compresión.
- 30 Adobes con 75% de Mucílago de Tuna para el ensayo de Compresión.
- 30 Adobes con 100% de Mucílago de Tuna para el ensayo de Compresión.
- 10 Adobes con 0% de Mucílago de Tuna (Adobe Patrón) para el ensayo de Erosión Acelerada de Swinburne (SAET).
- 10 Adobes con 25% de Mucílago de Tuna para el ensayo de Erosión Acelerada de Swinburne (SAET).
- 10 Adobes con 50% de Mucílago de Tuna para el ensayo de Erosión Acelerada de Swinburne (SAET).
- 10 Adobes con 75% de Mucílago de Tuna para el ensayo de Erosión Acelerada de Swinburne (SAET).
- 10 Adobes con 100% de Mucílago de Tuna para el ensayo de Erosión Acelerada de Swinburne (SAET).

3.3.3. Criterio de Inclusión.

- Los elementos muestrales son elaborados con agua potable.
- Los elementos muestrales son elaborados con una adobera de dimensiones 25x13x10cm.
- Los elementos muestrales son elaborados con paja comprada.
- Los elementos muestrales son elaborados con mucílago de tuna extraída de las pencas de tuna del Valle Sagrado.
- Los elementos muestrales son elaborados con Mucílago de Tuna con 18 días de maceración.
- Se utilizó la misma mano de obra.



total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

3.4. Instrumentos.

3.4.1. Instrumentos Metodológicos.

3.4.1.1. Guías de Recolección de Datos

Se utiliza guías de observación que nos permite recolectar datos del suelo y del adobe, como:

- a) Ensayos en Campo para la Selección del Suelo.
- b) Ensayos en Laboratorio para el Suelo.
 - Contenido de Humedad.
 - Límites de Atterberg.
 - Granulometría.
- c) Prueba de Cantidad Óptima de Agua y Mucílago en el Adobe.
- d) Materiales Usados en la Elaboración de 01 Adobe para los Diferentes Porcentajes de Mucílago de Tuna
- e) Materiales Usados en la Elaboración de Adobes para los Diferentes Porcentajes de Mucílago de Tuna.
- f) Ensayos de viscosidad del mucílago de tuna.
- g) Ensayos en Campo para la Selección de Adobes.
- h) Ensayos en Laboratorio para el Adobe.
 - Propiedades Físicas del Adobe.
 - Variación Dimensional.
 - Absorción.
 - Succión.
 - Ensayo de Resistencia a la Compresión en Adobes.
 - Ensayo de Erosión Acelerada de Swinburne (SAET).

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Tabla 14: Formato – Ensayos en Campo para la Selección del Suelo.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		Camp. N°		
FACULTAD DE INGENIERIA		1		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		Hoja de Resultados		
"Año del buen servicio al ciudadano"				
Lugar: Petro Perú - Adoberas - Cusco.		Fecha: 9 de febrero de 2017		
Responsables: Bach. Diana Quintana Ch.; Bach. Octavio Vera S.				
Ensayo en Campo para la Selección del Suelo				
Tesis: "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%".				
TIPO	INDICADORES	Muestra # 1	Muestra # 2	Muestra # 3
Prueba de Color <i>* Se considera como suelo APTO, al suelo INORGANICO</i>	Negro: suelos orgánicos			
	Claros y brillantes: inorgánicos			
	Gris claro: limosos, con carbonato cálcico, suelos poco cohesivos.			
	RESULTADO			
Prueba dental <i>* Se considera como suelo APTO, al suelo ARENOSO</i>	Arenosos: partículas duras, rechinan entre los dientes, sensación desagradable.			
	Limosos: partículas más pequeñas, rechinan sólo ligeramente, más suaves que los arenosos.			
	RESULTADO			
Prueba Olfativa <i>* Se considera como suelo APTO, al suelo SIN OLOR RANCIO</i>	Olor rancio: Suelos Orgánicos			
	RESULTADO			
Prueba de Brillo <i>* Se considera como suelo APTO, al suelo OPACO Y BRILLANTE</i>	Opacos: suelos arenosos			
	Mates: limosos con poca arcilla			
	Brillantes: arcillosos			
	RESULTADO			
Prueba del enrollado <i>* Se considera como suelo APTO, CUANDO EL ROLLO SE ROMPE AL ALCANZAR UNA LONGITUD ENTRE LOS 5 A 15 CM</i>	El rollo alcanza los 5 cm.			
	El rollo alcanza una longitud entre 5 a 15 cm.			
	El rollo alcanza una longitud mayor de 15 cm.			
	RESULTADO			
Prueba de resistencia seca de la bolita <i>* Se considera como suelo APTO, CUANDO EL SUELO SE DESMORONA EN TROZOS GRANDES</i>	Se desmorona en trozos grandes			
	RESULTADO			
Prueba de la botella <i>* Se considera como suelo APTO, EL SUELO DEBE CUMPLIR CON LO INDICADO EN LA NORMA</i>	Los rangos deben estar dentro de los indicados en la NORMA (60% Arena, 20% Arcilla , 20% Limo)			
	RESULTADO			
Adobes de Prueba <i>* Se considera como adobe APTO, SI NO SE RAJAN</i>	Los adobes se rajan al secarse			
	RESULTADO			
Prueba de Flexion <i>* Se considera como adobe APTO, SI EL ADOBE NO SE AGRIETA O FISURA</i>	El adobe se agrieta o se fisura			
	RESULTADO			

Fuente propia.

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Tabla 15: *Formato – Ensayo de Contenido de Humedad.*

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL <i>"Año del Buen Servicio al Ciudadano"</i>	Lab. N° <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; display: inline-block; font-size: 24px; font-weight: bold;">1</div> Hoja de Resultados.
--	---	--

Lugar: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Fecha: 13 de febrero de 2017

Responsables: Bach. Diana Quintana Ch.; Bach. Octavio Vera S.

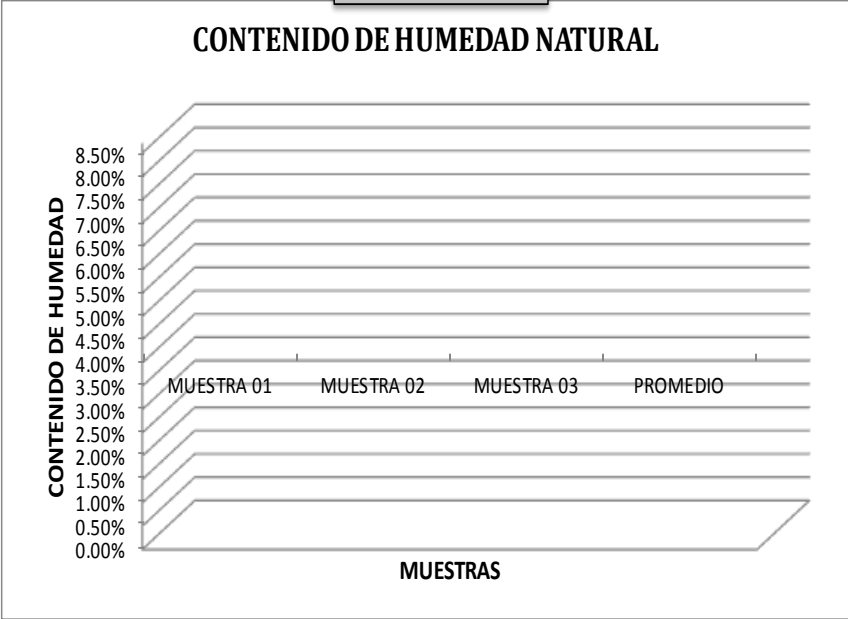
CONTENIDO DE HUMEDAD - SUELO
MTC E 108 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-2216

Tesis: "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%".

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Cápsula (gr)			
Peso de Cápsula + Muestra Húmeda (gr)			
Peso de Cápsula + Muestra Seca (gr)			
Peso del Agua (gr)			
Peso de la Muestra Seca (gr)			
Contenido de Humedad			

GRÁFICA



Fuente propia.

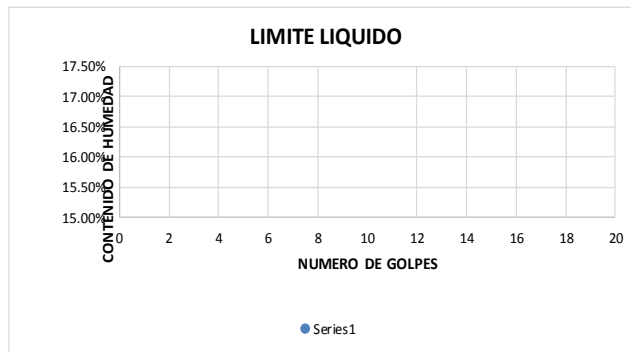
total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Tabla 16: Formato – Ensayo de Limites de Atterberg.

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL <i>"Año de la Consolidación del Mar de Grau"</i>		Lab. N° <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 30px; margin: 0 auto;">2</div>
<u>Lugar:</u> Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.		<u>Fecha:</u> 13 de febrero de 2017	
<u>Responsables:</u> Bach. Diana Quintana Ch.; Bach. Octavio Vera S.			
LIMITES DE ATTERBERG			
<u>Tesis:</u> "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%".			

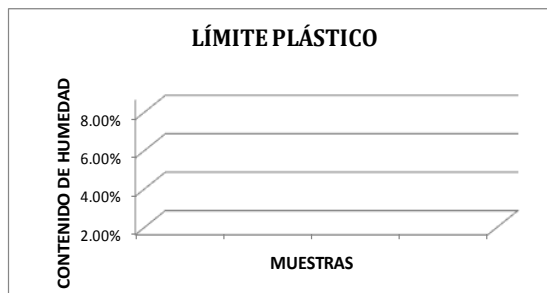
LÍMITE LÍQUIDO
MTC E 110 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-89

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Cápsula (gr)				
Peso de Cápsula + Muestra Húmeda (gr)				
Peso de la Muestra Húmeda (gr)				
Peso de Cápsula + Muestra Seca (gr)				
Peso de la Muestra Seca (gr)				
Peso del Agua (gr)				
Contenido de Humedad				
Número de Golpes				



LÍMITE PLÁSTICO
MTC E 111 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-90

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Cápsula (gr)			
Peso de Cápsula + Muestra Húmeda (gr)			
Peso de Cápsula + Muestra Seca (gr)			
Peso del Agua (gr)			
Peso de la Muestra Seca (gr)			
Contenido de Humedad			



LÍMITE PLÁSTICO = NO PRESENTA
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = NO PRESENTA

Fuente propia.

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%."

Tabla 17: Formato – Ensayo de Análisis Granulométrico.

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL <i>"Año del Buen Servicio al Ciudadano"</i>	Lab. N° <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; font-size: 24px; font-weight: bold;">3</div> Hoja de Resultados.
--	---	--

Lugar: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Fecha: 14 de febrero de 2017

Responsables: Bach. Diana Quintana Ch.; Bach. Octavio Vera S.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-422 y AASHTO T-88

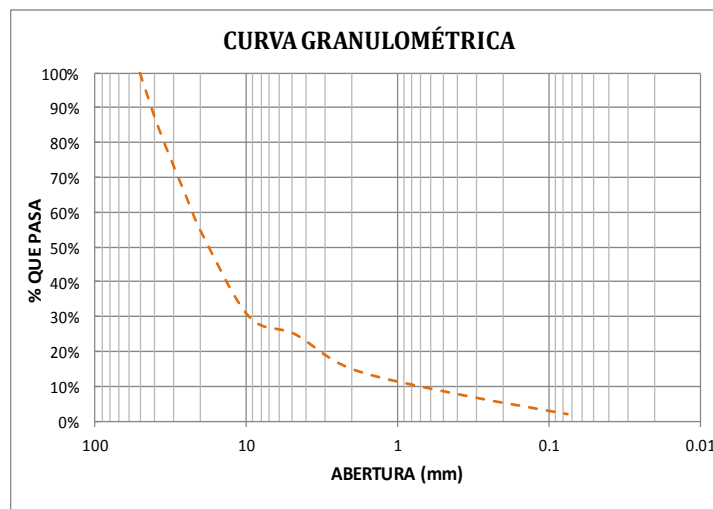
Tesis: "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%".

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

<p>Antes del lavado</p> <p>Muestra + Bandeja =</p> <p>Peso de la Bandeja =</p> <p>Peso de la Muestra Seca =</p>	<p>Después del lavado</p> <p>Muestra + Bandeja =</p> <p>Peso de la Bandeja =</p> <p>Peso de la Muestra Seca =</p> <p>% de Error en Peso =</p>
--	--

GRANULOMETRIA DEL SUELO					
Mallas estandar		PESOS (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
Pulg.	Ø mm				
# 4	4.75				
# 8	2.36				
# 10	2				
# 16	1.18				
# 30	0.6				
#40	0.42				
# 50	0.3				
# 100	0.15				
# 200	0.0075				
Cazuela	-				
Lavado	-				

Total Fracción Retenida en Lavado =



Fuente propia.

total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Tabla 18: Formato – Prueba de Cantidad Óptima de Agua y Mucílago en el Adobe.

	<p>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</p> <p>FACULTAD DE INGENIERIA</p> <p>CARRERA PROFESIONAL DE</p> <p>INGENIERIA CIVIL</p> <p><i>"Año del Buen Servicio al Ciudadano"</i></p>	<p>Camp. N°</p> <div style="border: 2px solid black; padding: 10px; display: inline-block; font-size: 2em; font-weight: bold;">2</div> <p>Hoja de Resultados</p>
---	--	--

Lugar: San Antonio - Distrito de San Sebastian - Cusco.

Fecha: 28 de marzo de 2017

Responsables: Bach. Diana Quintana Ch.; Bach. Octavio Vera S.

Tesis: "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%".

CANTIDAD DE AGUA ÓPTIMA PARA 01 ADOBE

INSUMOS #	TIERRA gr.	AGUA gr.	PAJA gr.
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
	PROM.		

CANTIDAD DE MUCÍLAGO ÓPTIMO PARA 01 ADOBE

INSUMOS #	TIERRA gr.	MUCÍLAGO gr.	PAJA gr.
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
	PROM.		

Fuente propia.

total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Tabla 19: Formato –Materiales Usados en la Elaboración de 01 Adobe para los Diferentes Porcentajes de Mucílago de Tuna

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA PROFESIONAL DE
INGENIERIA CIVIL

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Camp. N°
3

Lugar: San Antonio - Distrito de San Sebastian - Cusco.

Fecha: 29 de marzo de 2017

Responsables: Bach. Diana Quintana Ch.; Bach. Octavio Vera S.

MATERIALES USADOS EN LA ELABORACIÓN DE 01 ADOBE PARA LOS DIFERENTES PORCENTAJES DE MUCÍLAGO TUNA

Tesis: "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%".

MUCÍLAGO AL 0%		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UND
TIERRA		gr.
AGUA		gr.
MUCÍLAGO		gr.
PAJA		gr.

MUCÍLAGO AL 25%		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UND
TIERRA		gr.
AGUA		gr.
MUCÍLAGO		gr.
PAJA		gr.

MUCÍLAGO AL 50%		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UND
TIERRA		gr.
AGUA		gr.
MUCÍLAGO		gr.
PAJA		gr.

MUCÍLAGO AL 75%		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UND
TIERRA		gr.
AGUA		gr.
MUCÍLAGO		gr.
PAJA		gr.

MUCÍLAGO AL 100%		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UND
TIERRA		gr.
AGUA		gr.
MUCÍLAGO		gr.
PAJA		gr.

Fuente propia.

total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Tabla 20: Formato –Materiales Usados en la Elaboración de Adobes con el 0% de Mucílago de Tuna.

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO	Camp. N°
	FACULTAD DE INGENIERIA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL <i>"Año del Buen Servicio al Ciudadano"</i>	4

Lugar: San Antonio - Distrito de San Sebastian - Cusco.

Fecha: 29 de marzo de 2017

Responsables: Bach. Diana Quintana Ch.; Bach. Octavio Vera S.

MATERIALES USADOS EN LA ELABORACIÓN DE ADOBES CON 0% DE MUCÍLAGO DE TUNA

Tesis: "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%".

PARA EL 0% DE MUCÍLAGO

MUCÍLAGO AL 0%		
PARA 01 ADOBE		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UND
TIERRA		gr.
AGUA		gr.
MUCÍLAGO		gr.
PAJA		gr.

MUCÍLAGO AL 0%		
PARA 70 ADOBES		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UND
TIERRA		kg.
AGUA		kg.
MUCÍLAGO		kg.
PAJA		kg.

ENSAYO	CANTIDAD
VARIACIÓN DIMENSIONAL	
ABSORCIÓN	
SUCCIÓN	
COMPRESIÓN	
SAET	
PROVISIONAL	
TOTAL	

Fuente propia.

total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Tabla 21: *Formato –Materiales Usados en la Elaboración de Adobes con el 25% de Mucílago de Tuna.*

	<p>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</p> <p>FACULTAD DE INGENIERIA</p> <p>CARRERA PROFESIONAL DE</p> <p>INGENIERIA CIVIL</p> <p><i>"Año del Buen Servicio al Ciudadano"</i></p>	<p>Camp. N°</p> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; width: 40px; margin: 0 auto;"> <p style="font-size: 24px; text-align: center;">5</p> </div>
---	--	--

Lugar: San Antonio - Distrito de San Sebastian - Cusco.

Fecha: 29 de marzo de 2017

Responsables: Bach. Diana Quintana Ch.; Bach. Octavio Vera S.

MATERIALES USADOS EN LA ELABORACIÓN DE ADOBES CON 25% DE MUCÍLAGO DE TUNA

Tesis: "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%".

PARA EL 25% DE MUCÍLAGO

MUCÍLAGO AL 25%		
PARA 01 ADOBE		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UND
TIERRA		gr.
AGUA		gr.
MUCÍLAGO		gr.
PAJA		gr.

MUCÍLAGO AL 25%		
PARA 70 ADOBES		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UND
TIERRA		kg.
AGUA		kg.
MUCÍLAGO		kg.
PAJA		kg.

ENSAYO	CANTIDAD
VARIACIÓN DIMENSIONAL	
ABSORCIÓN	
SUCCIÓN	
COMPRESIÓN	
SAET	
PROVISIONAL	
TOTAL	

Fuente propia.

total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Tabla 22: Formato –Materiales Usados en la Elaboración de Adobes con el 50% de Mucílago de Tuna.

	<p>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</p> <p>FACULTAD DE INGENIERIA</p> <p>CARRERA PROFESIONAL DE</p> <p>INGENIERIA CIVIL</p> <p><i>"Año del Buen Servicio al Ciudadano"</i></p>	<p>Camp. N°</p> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; width: 40px; margin: 0 auto;"> <p style="font-size: 24px; text-align: center;">6</p> </div>
---	--	--

Lugar: San Antonio - Distrito de San Sebastian - Cusco.

Fecha: 29 de marzo de 2017

Responsables: Bach. Diana Quintana Ch.; Bach. Octavio Vera S.

MATERIALES USADOS EN LA ELABORACIÓN DE ADOBES CON 50% DE MUCÍLAGO DE TUNA

Tesis: "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%".

PARA EL 50% DE MUCÍLAGO

MUCÍLAGO AL 50%		
PARA 01 ADOBE		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UND
TIERRA		gr.
AGUA		gr.
MUCÍLAGO		gr.
PAJA		gr.

MUCÍLAGO AL 50%		
PARA 70 ADOBES		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UND
TIERRA		kg.
AGUA		kg.
MUCÍLAGO		kg.
PAJA		kg.

ENSAYO	CANTIDAD
VARIACIÓN DIMENSIONAL	
ABSORCIÓN	
SUCCIÓN	
COMPRESIÓN	
SAET	
PROVISIONAL	
TOTAL	

Fuente propia.

total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Tabla 23: *Formato –Materiales Usados en la Elaboración de Adobes con el 75% de Mucílago de Tuna.*

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO	Camp. N°
	FACULTAD DE INGENIERIA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL <i>"Año del Buena Servicio al Ciudadano"</i>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">7</div>

Lugar: San Antonio - Distrito de San Sebastian - Cusco.

Fecha: 29 de marzo de 2017

Responsables: Bach. Diana Quintana Ch.; Bach. Octavio Vera S.

MATERIALES USADOS EN LA ELABORACIÓN DE ADOBES CON 75% DE MUCÍLAGO DE TUNA

Tesis: "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%".

PARA EL 75% DE MUCÍLAGO

MUCÍLAGO AL 75%		
PARA 01 ADOBE		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UND
TIERRA		gr.
AGUA		gr.
MUCÍLAGO		gr.
PAJA		gr.

MUCÍLAGO AL 75%		
PARA 70 ADOBES		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UND
TIERRA		kg.
AGUA		kg.
MUCÍLAGO		kg.
PAJA		kg.

ENSAYO	CANTIDAD
VARIACIÓN DIMENSIONAL	
ABSORCIÓN	
SUCCIÓN	
COMPRESIÓN	
SAET	
PROVISIONAL	
TOTAL	

Fuente propia.

total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Tabla 24: *Formato –Materiales Usados en la Elaboración de Adobes con el 100% de Mucílago de Tuna.*

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO	Camp. N°
	FACULTAD DE INGENIERIA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL <i>"Año del Buen Servicio al Ciudadano"</i>	8

Lugar: San Antonio - Distrito de San Sebastian - Cusco.

Fecha: 29 de marzo de 2017

Responsables: Bach. Diana Quintana Ch.; Bach. Octavio Vera S.

MATERIALES USADOS EN LA ELABORACION DE ADOBES CON 100% DE MUCÍLAGO DE TUNA

Tesis: "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%".

PARA EL 100% DE MUCÍLAGO

MUCÍLAGO AL 100%		
PARA 01 ADOBE		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UND
TIERRA		gr.
AGUA		gr.
MUCÍLAGO		gr.
PAJA		gr.

MUCÍLAGO AL 100%		
PARA 70 ADOBES		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UND
TIERRA		kg.
AGUA		kg.
MUCÍLAGO		kg.
PAJA		kg.

ENSAYO	CANTIDAD
VARIACIÓN DIMENSIONAL	
ABSORCIÓN	
SUCCIÓN	
COMPRESIÓN	
SAET	
PROVISIONAL	
TOTAL	

Fuente propia.



total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%."

Tabla 25: Formato – Ensayo de Viscosidad del Mucílago de Tuna Muestra # 01.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA PROFESIONAL DE
INGENIERIA CIVIL
"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Lab. N°
4
 Hoja de Resultados

Lugar: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Fecha: 20 de enero de 2017

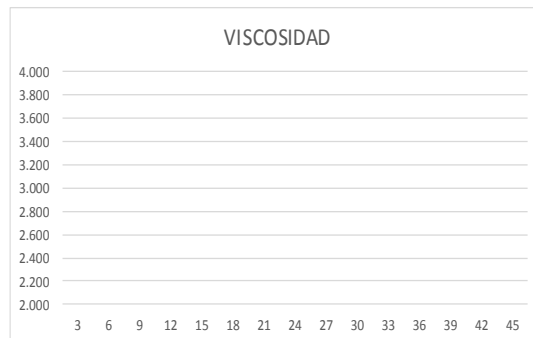
Responsables: Bach. Diana Quintana Ch.; Bach. Octavio Vera S.

ENSAYO DE VISCOSIDAD DE MUCÍLAGO DE TUNA

Tesis: "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0% 25% 50% 75% Y 100%".

VISCOSIDAD DEL MUCÍLAGO DE LAS PENCAS DE TUNA T° AMBIENTE
MUESTRA #01

DIAS	DESCRIPCION	Masa g	Radio cm	π	Volumen cm ³	Distancia cm.	Tiempo seg.	Gravedad m/s ²	Densidad g/cm ³	Velocidad cm/seg	Viscosidad (Poise) (g/(cm·s))
A LOS 3 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 6 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 9 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 12 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 15 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 18 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 21 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 25 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 27 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 30 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 33 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 36 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 39 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 42 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 45 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										



Fuente propia.



total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Tabla 26: Formato – Ensayo de Viscosidad del Mucílago de Tuna Muestra # 02.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA PROFESIONAL DE
INGENIERIA CIVIL
"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Lab. N°
4
 Hoja de Resultados:

Lugar: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Fecha: 20 de enero de 2017

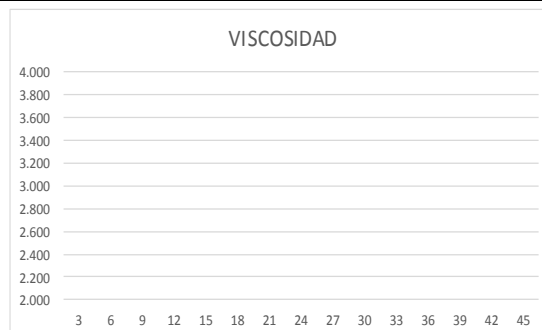
Responsables: Bach. Diana Quintana Ch.; Bach. Octavio Vera S.

ENSAYO DE VISCOSIDAD DE MUCÍLAGO DE TUNA

Tesis: "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%".

**VISCOSIDAD DEL MUCÍLAGO DE LAS PENCAS DE TUNA T° AMBIENTE
MUESTRA #02**

DIAS	DESCRIPCION	Masa g	Radio cm	π	Volumen cm ³	Distancia cm.	Tiempo seg.	Gravedad m/s ²	Densidad g/cm ³	Velocidad cm/seg	Viscosidad (Poise) (g/(cm·s))
A LOS 3 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 6 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 9 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 12 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 15 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 18 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 21 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 25 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 27 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 30 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 33 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 36 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 39 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 42 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 45 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										



Fuente propia.

total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Tabla 27: Formato – Ensayo de Viscosidad del Mucílago de Tuna Muestra # 03.

	<p>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL <i>"Año del Buen Servicio al Ciudadano"</i></p>	<p>Lab. N°</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; font-size: 24px; font-weight: bold;">4</div> <p><small>Hoja de Resultados</small></p>
--	--	--

Lugar: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Fecha: 20 de enero de 2017

Responsables: Bach. Diana Quintana Ch.; Bach. Octavio Vera S.

ENSAYO DE VISCOSIDAD DE MUCÍLAGO DE TUNA

Tesis: "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%".

**VISCOSIDAD DEL MUCÍLAGO DE LAS PENCAS DE TUNA T° AMBIENTE
MUESTRA #03**



DIAS	DESCRIPCION	Masa g	Radio cm	π	Volumen cm ³	Distancia cm.	Tiempo seg.	Gravedad m/s ²	Densidad g/cm ³	Velocidad cm/seg	Viscosidad (Poise) (g/(cm·s))
A LOS 3 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 6 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 9 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 12 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 15 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 18 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 21 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 25 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 27 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 30 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 33 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 36 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 39 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 42 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										
A LOS 45 DIAS	CANICA										
	MUCÍLAGO										



Fuente propia.

total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Tabla 28: Formato – Ensayo de Variación Dimensional del Adobe con 0.0% de Mucílago de Tuna.

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL <i>"Año del buen servicio al ciudadano"</i>		Lab. N° <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; display: inline-block; font-size: 24px; font-weight: bold;">5</div>					
<u>Lugar:</u> Laboratorio de Mecanica de Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.		<u>Fecha:</u> 3 de mayo de 2017						
<u>Responsables:</u> Bach. Diana Quintana Ch.; Bach. Octavio Vera S.								
Ensayo de Variación Dimensional del Adobe Normas NTP 399.613 y 399.604								
<u>Tesis:</u> "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%".								
ADOBE CON 0% DE MUCÍLAGO DE TUNA								
		Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Promedio (mm)	Nominal(m m)	VD(%)
1	Largo							
	Ancho							
	Altura							
2	Largo							
	Ancho							
	Altura							
3	Largo							
	Ancho							
	Altura							
4	Largo							
	Ancho							
	Altura							
5	Largo							
	Ancho							
	Altura							
6	Largo							
	Ancho							
	Altura							
7	Largo							
	Ancho							
	Altura							
8	Largo							
	Ancho							
	Altura							
9	Largo							
	Ancho							
	Altura							
10	Largo							
	Ancho							
	Altura							

Fuente propia.

total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”



Tabla 29: Formato – Ensayo de Variación Dimensional del Adobe con 25% de Mucílago de Tuna.

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL <i>"Año del buen servicio al ciudadano"</i>		Lab. N° <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40px; margin: 0 auto;"> 5 </div> Hoja de Resultados.					
<u>Lugar:</u> Laboratorio de Mecanica de Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.		<u>Fecha:</u> 3 de mayo de 2017						
<u>Responsables:</u> Bach. Diana Quintana Ch.; Bach. Octavio Vera S.								
Ensayo de Variación Dimensional del Adobe Normas NTP 399.613 y 399.604								
<u>Tesis:</u> "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%".								
ADOBE CON 25% DE MUCÍLAGO DE TUNA								
		Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Promedio (mm)	Nominal(mm)	VD(%)
1	Largo							
	Ancho							
	Altura							
2	Largo							
	Ancho							
	Altura							
3	Largo							
	Ancho							
	Altura							
4	Largo							
	Ancho							
	Altura							
5	Largo							
	Ancho							
	Altura							
6	Largo							
	Ancho							
	Altura							
7	Largo							
	Ancho							
	Altura							
8	Largo							
	Ancho							
	Altura							
9	Largo							
	Ancho							
	Altura							
10	Largo							
	Ancho							
	Altura							

Fuente propia.

total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”



Tabla 30: Formato – Ensayo de Variación Dimensional del Adobe con 50% de Mucílago de Tuna.

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL <i>Año del buen servicio al ciudadano</i>		Lab. N° <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; display: inline-block; font-size: 24px; font-weight: bold;">5</div>					
Lugar: Laboratorio de Mecanica de Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.		Fecha: 3 de mayo de 2017						
Responsables: Bach. Diana Quintana Ch.; Bach. Octavio Vera S.								
Ensayo de Variación Dimensional del Adobe Normas NTP 399.613 y 399.604								
Tesis:	"EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%".							
ADOBE CON 50% DE MUCILAGO DE TUNA								
		Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Promedio (mm)	Nominal(mm)	VD(%)
1	Largo							
	Ancho							
	Altura							
2	Largo							
	Ancho							
	Altura							
3	Largo							
	Ancho							
	Altura							
4	Largo							
	Ancho							
	Altura							
5	Largo							
	Ancho							
	Altura							
6	Largo							
	Ancho							
	Altura							
7	Largo							
	Ancho							
	Altura							
8	Largo							
	Ancho							
	Altura							
9	Largo							
	Ancho							
	Altura							
10	Largo							
	Ancho							
	Altura							

Fuente propia.

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Tabla 31: Formato – Ensayo de Variación Dimensional del Adobe con 75% de Mucilago de Tuna.

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL <i>"Año del buen servicio al ciudadano"</i>		Lab. N° <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40px; margin: 0 auto;">5</div>					
<u>Lugar:</u> Laboratorio de Mecanica de Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.		<u>Fecha:</u> 3 de mayo de 2017						
<u>Responsables:</u> Bach. Diana Quintana Ch.; Bach. Octavio Vera S.								
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Ensayo de Variación Dimensional del Adobe Normas NTP 399.613 y 399.604 </div>								
<u>Tesis:</u>	"EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%".							
ADOBE CON 75% DE MUCILAGO DE TUNA								
		Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Promedio (mm)	Nominal(mm)	VD(%)
1	Largo							
	Ancho							
	Altura							
2	Largo							
	Ancho							
	Altura							
3	Largo							
	Ancho							
	Altura							
4	Largo							
	Ancho							
	Altura							
5	Largo							
	Ancho							
	Altura							
6	Largo							
	Ancho							
	Altura							
7	Largo							
	Ancho							
	Altura							
8	Largo							
	Ancho							
	Altura							
9	Largo							
	Ancho							
	Altura							
10	Largo							
	Ancho							
	Altura							

Fuente propia.

total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%."



Tabla 32: Formato – Ensayo de Variación Dimensional del Adobe con 100% de Mucílago de Tuna.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL <i>"Año del buen servicio al ciudadano"</i>		Lab. N° 5						
<u>Lugar:</u> Laboratorio de Mecanica de Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.		<u>Fecha:</u> 3 de mayo de 2017						
<u>Responsables:</u> Bach. Diana Quintana Ch.; Bach. Octavio Vera S.								
Ensayo de Variación Dimensional del Adobe Normas NTP 399.613 y 399.604								
<u>Tesis:</u>		"EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%".						
ADOBE CON 100% DE MUCÍLAGO DE TUNA								
		Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Promedio (mm)	Nominal(mm)	VD(%)
1	Largo							
	Ancho							
	Altura							
2	Largo							
	Ancho							
	Altura							
3	Largo							
	Ancho							
	Altura							
4	Largo							
	Ancho							
	Altura							
5	Largo							
	Ancho							
	Altura							
6	Largo							
	Ancho							
	Altura							
7	Largo							
	Ancho							
	Altura							
8	Largo							
	Ancho							
	Altura							
9	Largo							
	Ancho							
	Altura							
10	Largo							
	Ancho							
	Altura							

Fuente propia.

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Tabla 33: Formato – Ensayo de Absorción del Adobe.

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL <i>"Año del buen servicio al ciudadano"</i>		Lab. N° <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; display: inline-block; font-size: 24px; font-weight: bold;">6</div>						
<u>Lugar:</u> Laboratorio de Mecanica de Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.		<u>Fecha:</u> 3 de mayo de 2017							
<u>Responsables:</u> Bach. Diana Quintana Ch.; Bach. Octavio Vera S.									
Ensayo de Absorción del Adobe Normas NTP 399.604 y 399.613									
<u>Tesis:</u>		"EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%".							
% MUCÍLAGO DE TUNA	#	Dimensiones			Especimen Seco (gr)	Especimen Saturado (gr)	Hora	Absorción (%)	Promedio (%)
		Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)					
0%	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
25%	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
50%	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
75%	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
100%	1								
	2								
	3								
	4								
	5								

Fuente propia.

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Tabla 34: Formato – Ensayo de Succión del Adobe.

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL <i>"Año del buen servicio al ciudadano"</i>		Lab. N° <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40px; margin: auto;">7</div>							
<u>Lugar:</u> Laboratorio de Mecanica de Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.		<u>Fecha:</u> 3 de mayo de 2017								
<u>Responsables:</u> Bach. Diana Quintana Ch.; Bach. Octavio Vera S.										
Ensayo de Succión del Adobe Norma NTP 399.613										
<u>Tesis:</u> "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%".										
% MUCÍLAGO DE TUNA	#	Dimensiones		Area Superficie (cm ²)	Peso inicial (gr)	Peso Seco (gr)	Peso con agua (gr)	Peso agua succionada (gr)	Succion (gr/min/200c m ²)	Succion Promedio (gr/min/200c m ²)
		Largo (cm)	Ancho (cm)							
0%	1									
	2									
	3									
	4									
	5									
25%	1									
	2									
	3									
	4									
	5									
50%	1									
	2									
	3									
	4									
	5									
75%	1									
	2									
	3									
	4									
	5									
100%	1									
	2									
	3									
	4									
	5									

Fuente propia.

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Tabla 35: Formato – Ensayo de Compresión en Adobe a los 7 Días.

	<p>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL <i>"Año del buen servicio al ciudadano"</i></p>		<p>Lab. N° 8 Hoja de Resultado</p>
--	--	--	--

Lugar: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Fecha: 3 de mayo de 2017

Responsables: Bach. Diana Quintana Ch.; Bach. Octavio Vera S.

Ensayo de Compresión en Adobe
Norma E 0.80

Tesis: "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%".

ENSAYO DE COMPRESIÓN A LOS 7 DIAS

% MUCÍLAGO DE TUNA	serie de adobes	Promedio de Dimensiones		Área de contacto (cm ²)	Fuerza (kg-f)	f' o (kg/cm ²)	% MUCÍLAGO DE TUNA	serie de adobes	Promedio de Dimensiones		Área de contacto (cm ²)	Fuerza (kg-f)	f' o (kg/cm ²)
		Largo (cm)	Ancho (cm)						Largo (cm)	Ancho (cm)			
0%	serie 1						0%	serie 6					
	serie 2							serie 7					
	serie 3							serie 8					
	serie 4							serie 9					
	serie 5							serie 10					
25%	serie 1						25%	serie 6					
	serie 2							serie 7					
	serie 3							serie 8					
	serie 4							serie 9					
	serie 5							serie 10					
50%	serie 1						50%	serie 6					
	serie 2							serie 7					
	serie 3							serie 8					
	serie 4							serie 9					
	serie 5							serie 10					
75%	serie 1						75%	serie 6					
	serie 2							serie 7					
	serie 3							serie 8					
	serie 4							serie 9					
	serie 5							serie 10					
100%	serie 1						100%	serie 6					
	serie 2							serie 7					
	serie 3							serie 8					
	serie 4							serie 9					
	serie 5							serie 10					

Fuente propia.

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%."

Tabla 36: Formato – Ensayo de Compresión en Adobe a los 18 Días.

	<p>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL <i>"Año del buen servicio al ciudadano"</i></p>		<p>Lab. N° 8 Hoja de Resultado</p>
--	--	--	--

Lugar: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Fecha: 21 de abril de 2017

Responsables: Bach. Diana Quintana Ch.; Bach. Octavio Vera S.

Ensayo de Compresión en Adobe
Norma E 0.80

Tesis: "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%".

ENSAYO DE COMPRESIÓN A LOS 18 DIAS

% MUCÍLAGO DE TUNA	serie de adobes	Promedio de Dimensiones		Área de contacto (cm ²)	Fuerza (kg-f)	f' o (kg/cm ²)	% MUCÍLAGO DE TUNA	serie de adobes	Promedio de Dimensiones		Área de contacto (cm ²)	Fuerza (kg-f)	f' o (kg/cm ²)
		Largo (cm)	Ancho (cm)						Largo (cm)	Ancho (cm)			
0%	serie 1						0%	serie 6					
	serie 2							serie 7					
	serie 3							serie 8					
	serie 4							serie 9					
	serie 5							serie 10					
25%	serie 1						25%	serie 6					
	serie 2							serie 7					
	serie 3							serie 8					
	serie 4							serie 9					
	serie 5							serie 10					
50%	serie 1						50%	serie 6					
	serie 2							serie 7					
	serie 3							serie 8					
	serie 4							serie 9					
	serie 5							serie 10					
75%	serie 1						75%	serie 6					
	serie 2							serie 7					
	serie 3							serie 8					
	serie 4							serie 9					
	serie 5							serie 10					
100%	serie 1						100%	serie 6					
	serie 2							serie 7					
	serie 3							serie 8					
	serie 4							serie 9					
	serie 5							serie 10					

Fuente propia.

total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Tabla 37: Formato – Ensayo de Compresión en Adobe a los 30 Días.

<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL <i>"Año del buen servicio al ciudadano"</i></p>	<p style="text-align: center;">Lab. N° 8 Hoja de Resultado</p>
--	--

Lugar: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Fecha: 3 de mayo de 2017

Responsables: Bach. Diana Quintana Ch.; Bach. Octavio Vera S.

Ensayo de Compresión en Adobe
Norma E 0.80

Tesis: "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%".

ENSAYO DE COMPRESIÓN A LOS 30 DIAS

% MUCÍLAGO DE TUNA	serie de adobes	Promedio de Dimensiones		Área de contacto (cm ²)	Fuerza (kg·f)	f _o (kg/cm ²)	% MUCÍLAGO DE TUNA	serie de adobes	Promedio de Dimensiones		Área de contacto (cm ²)	Fuerza (kg·f)	f _o (kg/cm ²)
		Largo (cm)	Ancho (cm)						Largo (cm)	Ancho (cm)			
0%	serie 1						0%	serie 6					
	serie 2							serie 7					
	serie 3							serie 8					
	serie 4							serie 9					
	serie 5							serie 10					
25%	serie 1						25%	serie 6					
	serie 2							serie 7					
	serie 3							serie 8					
	serie 4							serie 9					
	serie 5							serie 10					
50%	serie 1						50%	serie 6					
	serie 2							serie 7					
	serie 3							serie 8					
	serie 4							serie 9					
	serie 5							serie 10					
75%	serie 1						75%	serie 6					
	serie 2							serie 7					
	serie 3							serie 8					
	serie 4							serie 9					
	serie 5							serie 10					
100%	serie 1						100%	serie 6					
	serie 2							serie 7					
	serie 3							serie 8					
	serie 4							serie 9					
	serie 5							serie 10					

Fuente propia.



total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.

Tabla 38: Formato – Ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET)

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO					Lab. N°
		FACULTAD DE INGENIERIA					9
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					Hoja de Resultado Hoja de Resultados
		<i>Año del buen servicio al ciudadano</i>					
<u>Lugar:</u> Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil					Fecha: 3 de mayo de 2017		
<u>Responsables:</u> Bach. Diana Quintana Ch.; Bach. Octavio Vera S.							
Ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) Norma Española UNE 41410							
Tesis:		"EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%".					
% MUCÍLAGO DE TUNA	Largo	Tiempo (min)	Oquedad (mm)	Maxima Oquedad (mm)	PROM. (mm)	CUMPLE	
0%	a)						
	b)						
	c)						
	d)						
	e)						
	f)						
	g)						
	h)						
	i)						
	j)						
25%	a)						
	b)						
	c)						
	d)						
	e)						
	f)						
	g)						
	h)						
	i)						
	j)						
50%	a)						
	b)						
	c)						
	d)						
	e)						
	f)						
	g)						
	h)						
	i)						
	j)						
75%	a)						
	b)						
	c)						
	d)						
	e)						
	f)						
	g)						
	h)						
	i)						
	j)						
100%	a)						
	b)						
	c)						
	d)						
	e)						
	f)						
	g)						
	h)						
	i)						
	j)						

Fuente propia.



total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

3.4.2. Instrumentos de Ingeniería.

- Horno eléctrico.
- Serie de tamices.
- Tamizador eléctrico.
- Adobera.
- Balanza electrónica.
- Romana (balanza).
- Segadera.
- Brocha y escoba.
- Termómetro.
- Regla Metálica.
- Espátula
- Equipo de SAET
- Varilla de 3 mm
- Bandeja y Recipiente.
- Zaranda de 5 mm.
- Pico.
- Pala.
- Plástico o Arpillera.
- Carretilla.
- Manguera.
- Tinajas.
- Hule o jebe
- Equipo de Compresión.
- Cronómetro.
- Vasos de vidrio.
- Canicas.

3.5. Procedimiento de Recolección de Datos.

La aplicación de la toma de muestra de los materiales constituye una operación fundamental en el proceso de control de elaboración para la producción del Adobe.

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

3.5.1. Extracción de las Pencas de Tuna.

Ubicación:

La extracción de las pencas de la tuna se realizó en el departamento de Cusco – Calca en el Valle sagrado de los Incas, donde ha encontrado condiciones adecuadas para su establecimiento, el clima es ideal para el desarrollo y crecimiento de las pencas de la tuna.

3.5.1.1. Extracción Directa de Pencas de Tuna.

a) Equipos y Materiales

- Machete o Segadera.
- Tapa boca.
- Saquillo.
- Chaleco.
- Lentes de protección.
- Punzón o trinche.
- Guantes de cuero.

b) PROCEDIMIENTO.

b.1) Muestra Representativas

Para la extracción directa de la penca de la tuna se tuvo que seleccionar las pencas ya que estas no pueden ser pencas maduras, así mismo se realizó la selección de las tuneras para proseguir con la extracción de la muestra representativa.

b.2) Procedimiento de la Toma de las Muestras.

- Primero localizamos las tuneras en donde se podría encontrar mayor cantidad de pencas jóvenes, se recomienda la extracción de las pencas en horas de la mañana y un cielo despejado ya que la savia sube a las hojas de la planta de la tuna.



Figura N° 53: Selección de la tunera.
Fuente propia.

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

- Se continuó con la extracción de la penca de la tuna ya seleccionada.



Figura N° 54: Extracción de Pencas de Tuna
Fuente propia.

- Carguío para su posterior traslado de las pencas de tuna en saquillos.



Figura N° 55: Acarreo de las Pencas de Tuna de Calca – Cusco.
Fuente propia.

- c) Toma de datos.

Tabla 39: Datos de la Extracción de Penca de Tuna

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE HOJA DE PENCAS DE TUNA	
EXTRACCION DE PENCAS DE TUNA	521	UND

Fuente propia.

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

3.5.2 Extracción del Mucílago las Pencas de Tuna.

a) EQUIPOS Y MATERIALES

- Machete o cuchillo.
- Balde o tina.
- Alicates o pinzas.
- Chaleco.
- Punzón o trinche.
- Guantes de cuero.
- Mesa.
- Brocha.
- Lentes.
- Saquillo.

b) PROCEDIMIENTO.

El primer paso fue la eliminación de las espinas en las pencas de la tuna.

Para la eliminación de las espinas en las pencas se usó una escoba y/o cepillo, para las espinas que no se lograron sacar con la escoba y/o cepillo se utilizó un alicate y pinzas.



Figura N° 56: Eliminación de Espinas de la Penca de la Tuna.
Fuente propia.

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

- Retirada las espinas se procede a lavar las pencas de tuna con ayuda de la brocha.



Figura N° 57: Lavado de Penca de la Tuna
Fuente propia.

- Se continuo con el picado o cortado de las pencas de la tuna con la ayuda del cuchillo en tamaños aproximados de 2 x 2 cm.



Figura N° 58: Cortado de Penca de Tuna
Fuente propia.

- En un lavador grande se coloca la misma cantidad en peso de tuna picada y agua (proporción 1/1). El agua debe tapar las pencas.

total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”



Figura N° 59: Pesado del Agua y de las Pencas Cortadas.
Fuente propia.

- Después se deja por un periodo de 18 días de macerado, periodo en el cual el agua y las pencas presentan más viscosidad.



Figura N° 60: Macerado de las Pencas.
Fuente propia.

- Luego de 18 días de macerado de las pencas de tuna se extrae el mucílago separando el material sólido restante con una malla de 5mm y almacenando el mucílago en baldes.

total del agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”



Figura N° 61: Obtención del Mucílago de Tuna
Fuente propia.

c) Toma de datos.

Tabla 40: *Extracción de Cantidad de Pencas y de Mucílago de Tuna*

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UND
CANTIDAD DE PENCAS	521	und
PESO PROMEDIO DE UNA PENCA	0.5	kg
PESO DE MUCÍLAGO EXTRAIDO	296	kg

Fuente propia

3.5.3 Pruebas de Análisis y Control en Campo y Laboratorio.

3.5.3.1 Selección del Suelo Apto Para la Fabricación de Adobe en Campo.

Se consideró 3 tipos de suelos, estos suelos fueron extraídos de la vía expresa altura del paradero San Miguel “Adoberas”.

3.5.3.1.1 Prueba de Color.

- a) Equipos y materiales.
- Pala.
 - Plástico para muestra.
 - Pico.

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

b) Procedimiento.

- Para simplificar esta prueba se tomó el material en estado seco ya que húmedo puede variar el color; Los colores claros y brillantes son característicos de suelos inorgánicos.



Figura N° 62: Observación de las 3 Muestras de Suelos
Fuente propia

c) Toma de datos o muestras.

Tabla 41: Datos de Prueba de Color de los Suelos

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		Camp. N°		
FACULTAD DE INGENIERIA		1		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		Hoja de Resultados		
"Año del buen servicio al ciudadano"				
Lugar: Petro Perú - Adoberas - Cusco.		Fecha: 9 de febrero de 2017		
Responsables: Bach. Diana Quintana Ch.; Bach. Octavio Vera S.				
Ensayo en Campo para la Selección del Suelo				
Tesis: "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0% 25% 50% 75% Y 100%".				
TIPO	INDICADORES	Muestra # 1	Muestra # 2	Muestra # 3
Prueba de Color * Se considera como suelo APTO, al suelo INORGANICO	Negro: suelos orgánicos	SI	SI	NO
	Claros y brillantes: inorgánicos	NO	SI	SI
	Gris claro: limosos, con carbonato cálcico, suelos poco cohesivos.	si	NO	NO
	RESULTADO	NO APTO	NO APTO	APTO

Fuente propia

3.5.3.1.2 Prueba de Dental.

a) Equipos y materiales.

- Pala.
- Plástico para muestra.

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

- Pico.
 - Diente.
- b) Procedimiento.
- Se toma un poco de material para ser aplastado entre los dientes, si no rechina será suelo arcilloso; si rechina, pero ligeramente, es suelo limoso; si rechina desagradablemente es arenoso.



Figura N° 63: Prueba de la Mordedura.
Fuente propia

c) Toma de datos.

Tabla 42: Datos de Prueba Dental de los Suelos.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		Camp. N°		
FACULTAD DE INGENIERIA		1		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		Hoja de Resultados		
"Año del buen servicio al ciudadano"				
Lugar: Petro Perú - Adoberas - Cusco.		Fecha: 9 de febrero de 2017		
Responsables: Bach. Diana Quintana Ch.; Bach. Octavio Vera S.				
Ensayo en Campo para la Selección del Suelo				
Tesis: "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%".				
TIPO	INDICADORES	Muestra # 1	Muestra # 2	Muestra # 3
Prueba dental <i>* Se considera como suelo APTO, al suelo ARENOSO</i>	Arenosos: partículas duras, rechinan entre los dientes, sensación desagradable.	NO	SI	SI
	Limosos: partículas más pequeñas, rechinan sólo ligeramente, más suaves que los arenosos.	SI	NO	NO
	RESULTADO	NO APTO	APTO	APTO

Fuente propia

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

3.5.3.1.3 Prueba Olfativa.

- a) Equipos y materiales.
 - Pala.
 - Plástico para muestra.
 - Pico.
 - Olfato.
- b) Procedimiento
 - Para esta prueba se toma un poco de material en estado húmedo para detectar partículas orgánicas que generalmente despiden un olor a moho.



Figura N° 64: Prueba Olfativa de los Suelos
Fuente propia

- c) Toma de muestras.

Tabla 43: Datos de prueba Olfativa de los Suelos

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL <i>"Año del buen servicio al ciudadano"</i>			Camp. N° <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40px; margin: 0 auto; text-align: center; font-weight: bold;">1</div> Hoja de Resultados	
	Lugar: Petro Perú - Adoberas - Cusco. Fecha: 9 de febrero de 2017 Responsables: Bach. Diana Quintana Ch.; Bach. Octavio Vera S.				
Ensayo en Campo para la Selección del Suelo					
Tesis: "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%".					
TIPO	INDICADORES	Muestra # 1	Muestra # 2	Muestra # 3	
Prueba Olfativa * Se considera como suelo APTO, al suelo SIN OLOR RANCIO	Olor rancio: Suelos Orgánicos	SI	NO	NO	
RESULTADO		NO APTO	APTO	APTO	

Fuente propia

total del agua en peso por muclago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

3.5.3.1.4 Prueba de Brillo.

- a) Equipos y materiales.
 - Pala.
 - Plástico para muestra.
 - Pico.
 - Olfato.
- b) Procedimiento
 - Se toma un poco de material, se desmorona perfectamente para después amasarlo con agua hasta formar una bola compacta del tamaño de la mano, se corta por la mitad para observar las superficies. Se trata de arcillas cuando las superficies son brillantes; de limos cuando son poco brillantes y arenas cuando son opacas.



Figura N° 65: Prueba de Brillo
Fuente propia

c) Toma de muestras.

Tabla 44: Datos de Prueba de Brillo de los Suelos.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		Camp. N°		
FACULTAD DE INGENIERIA		1		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		Hoja de Resultados		
"Año del buen servicio al ciudadano"				
Lugar: Petro Perú - Adoberas - Cusco.		Fecha: 9 de febrero de 2017		
Responsables: Bach. Diana Quintana Ch.; Bach. Octavio Vera S.				
Ensayo en Campo para la Selección del Suelo				
Tesis: "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%".				
TIPO	INDICADORES	Muestra # 1	Muestra # 2	Muestra # 3
Prueba de Brillo * Se considera como suelo APTO, al suelo OPACO Y BRILLANTE	Opacos: suelos arenosos	NO	SI	SI
	Mates: limosos con poca arcilla	SI	NO	NO
	Brillantes: arcillosos	NO	NO	SI
	RESULTADO	NO APTO	NO APTO	APTO

Fuente propia

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

3.5.3.1.5 Prueba del Enrollado

a) Equipos y materiales.

- Pala.
- Plástico para muestra.
- Pico.
- Regla metálica.

b) Procedimiento

Se toma un poco de tierra humedecida y se hace un rollo con la mano de 0.15cm de diámetro, suspenderlo en el aire y medir la longitud del extremo que se rompe.

Se presentan 3 casos:

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



Figura N° 66: Prueba del Enrollado en Campo del Suelo.
Fuente propia.

c) Toma de muestras.

total del agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%.”

Tabla 45: Datos de Prueba del Enrollado de los suelos.

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL <i>"Año del buen servicio al ciudadano"</i>					Camp. N° <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40px; margin: 0 auto;">1</div> <small>Hoja de Resultados</small>
<small>Lugar:</small> Petro Perú - Adoberas - Cusco.		<small>Fecha:</small> 9 de febrero de 2017					
<small>Responsables:</small> Bach. Diana Quintana Ch.; Bach. Octavio Vera S.							
Ensayo en Campo para la Selección del Suelo							
<small>Tesis:</small> "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOBES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL Y TOTAL DE AGUA EN PESO POR MUCÍLAGO DE TUNA EN PORCENTAJES DEL 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%".							
TIPO	INDICADORES	Muestra # 1	Muestra # 2	Muestra # 3			
Prueba del enrollado <small>* Se considera como suelo APTO, CUANDO EL ROLLO SE ROMPE AL ALCANZAR UNA LONGITUD ENTRE LOS 5 A 15 CM</small>	El rollo alcanza los 5 cm.	NO	SI	NO			
	El rollo alcanza una longitud entre 5 a 15 cm.	NO	NO	SI			
	El rollo alcanza una longitud mayor de 15 cm.	SI	NO	NO			
RESULTADO		NO APTO	NO APTO	APTO			

Fuente propia.

3.5.3.1.6. Prueba de Resistencia Seca o de la Bolita.

- a) Equipos y materiales.
 - Pala.
 - Plástico para muestra.
 - Pico.
 - Regla metálica.
- b) Procedimiento
 - Se toman puñados de tierra seca sin terrones, se mezclan perfectamente, después se agrega agua con una regadera de mano para ir controlando la cantidad de agua en la mezcla, se toma un poco de la mezcla, se hace una bola con la mano, de aproximadamente 5 cm. de diámetro, se deja caer con el brazo extendido a una altura de 1.20 m.