

U  
N  
S  
A  
A  
C  
C  
U  
S  
C  
O

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO  
ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



---

**“EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO FISICO MECANICO  
DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA DE ADOBE CON ADICION DE  
BOTELLAS DE PLASTICO PICADO EN LA CIUDAD DEL CUSCO,  
2018”**

---

**Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Civil  
Presentado por:  
BACH. WILLHOME YOGEN CHAVEZ PAREJA  
BACH. JOSE LUIS QUISPE TARACAYA**

**Jurados:  
MGT. ING. ADRIEL GAMARRA DURAND  
DR. ING. ADAN WILBERT SO LORZANO MONTESINOS  
ING. JOSE FELIPE AZPILCUETA CARBONELL**

**CUSCO – PERÚ  
2019**

# RESUMEN

La unidad de albañilería de adobe es un elemento que es muy utilizado en nuestro país sin embargo el adobe está perdiendo su utilización en la construcción debido a que existen otras alternativas de materiales de construcción.

Los principales problemas que se observan en la albañilería de adobe son la resistencia a la compresión, la vulnerabilidad al sismo y la capacidad de absorción limitada frente al agua, razón por la cual surge este trabajo de investigación de la unidad de albañilería de adobe adicionado con botellas de plástico picado, comparado con la unidad de albañilería de adobe tradicional.

En esta investigación evaluaremos las diferentes propiedades Físicas y Mecánicas de la unidad de albañilería de adobe adicionado con botellas de plástico picado, para proponer nuevas tecnologías de construcción y mejorar la calidad de producción de adobe.

Seguidamente para la evaluación del comportamiento Físico - Mecánico de las unidades de adobe se procederá a los ensayos correspondientes para la determinación de la capacidad de absorción, resistencia de la unidad de adobe por compresión, resistencia de mortero por compresión, resistencia de pilas por compresión, resistencia de muretes por compresión diagonal, resistencia al esfuerzo de adherencia del mortero, evaluación de la variabilidad dimensional que presentan las unidades de adobe tradicional, y el porcentaje con adición de plástico picado de botellas.

Se hizo el análisis comparativo de los resultados obtenidos de los ensayos físico- mecánicos para ver la mejora que ofrece al estabilizar la unidad de albañilería de adobe con adición de plástico picado de botellas

Finalmente se podrá obtener una mejora sustantiva que aporta la adición del porcentaje óptimo de botellas de plástico picado, obteniendo mejores resultados en los ensayos realizados.

# ABSTRACT

The adobe masonry unit is an element that is widely used in our country; however, adobe is losing its use in construction due to the fact that there are other alternatives for building materials.

The main problems observed in the adobe masonry are the resistance to compression, the vulnerability to the earthquake and the capacity of absorption of the population outdoors, the reason why this research work of the masonry unit of adobe added with chopped plastic bottles, compared to the traditional adobe masonry unit.

In this research, the different physical and mechanical properties of the adobe masonry unit added with chopped plastic bottles are evaluated to propose new construction technologies and improve the quality of adobe production.

Then, for the evaluation of the Physical - Mechanical behavior of the adobe units, the corresponding tests will be carried out to determine the absorption capacity, the resistance of the adobe unit by compression, the resistance of the mortar by compression, the resistance of piles. by compression, resistance of walls by diagonal compression, resistance to the adhesion effort of the mortar, evaluation of the dimensional variability that traditional adobe units present, and the percentage of the addition of plastic crushed bottles.

The comparative analysis of the results of the physical-mechanical tests for the improvement offered by stabilizing the adobe masonry unit with the addition of plastic crushed bottles was made

Finally, you can obtain a substantive improvement that a better performance in the plastic bottles chopped, obtaining better results in the tests carried out.

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre Peggy, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones, sé que este momento es tan especial para ti como lo es para mí. A mi padre Manuel, por apoyarme a lo largo de mi vida y motivarme constantemente para alcanzar mis metas. A mis hermanos, por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de mi vida.*

***Willhome Yogen, Chavez Pareja***

*La presente tesis de investigación lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de mis anhelos.*

*Dedico asimismo a mi mamá, abuela, hermana y hermanos, por su amor, comprensión, trabajo, apoyo moral y sacrificio en todos estos años.*

*A todas las personas que me apoyaron y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.*

***Jose Luis, Quispe Taracaya***

## **AGRADECIMIENTOS**

*Agradezco profundamente a mi madre Peggy Pareja Portilla por tu amor, por haberme proporcionado todo y cada cosa que he necesitado, tengo mucho por agradecerte, a mi padre Manuel Chavez Meza por ser un apoyo constante en este trayecto de mi vida.*

***Willhome Yogen, Chavez Pareja***

*Agradezco a Dios por bendecirme la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad.*

*Gracias a mi mamá, abuela, hermana y hermanos, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado, así como también a todos mis familiares que me apoyaron.*

*Agradezco a mis docentes de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, por los conocimientos compartidos a lo largo de la preparación de mi profesión*

***Jose Luis, Quispe Taracaya***

## ÍNDICE

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
<b>1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.</b> .....	1
<b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN</b> .....	2
1.2.1 Problema general.....	2
1.2.2 Problemas Específicos.....	2
<b>1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION</b> .....	2
1.3.1 Objetivo general .....	2
1.3.2 Objetivos específicos .....	2
<b>1.4. JUSTIFICACION DEL PROBLEMA</b> .....	3
<b>1.5 DELIMITACIONES</b> .....	3
<b>1.6 LIMITACIONES</b> .....	4
<b>1.7 FORMULACION DE LA HIPÓTESIS</b> .....	4
1.7.1 Hipótesis general .....	4
1.7.2 Hipótesis específicos .....	4
CAPITULO II: ANTECEDENTES Y MARCO TEORICO .....	5
<b>2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION</b> .....	5
2.1.1 ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL .....	5
2.1.2 ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL .....	6
<b>2.2 MARCO TEORICO.</b> .....	8
2.2.1 ADOBE.....	8
2.2.2 HISTORIA DEL ADOBE .....	8
2.2.6 PROPIEDADES MECANICAS DEL ADOBE .....	12
2.2.7 PROPIEDADES FISICAS DEL ADOBE .....	15
2.2.8 POLIMERO.....	17
2.2.10 BOTELLA DE PLASTICO.....	30
CAPITULO III: METODOLOGIA DE INVESTIGACION .....	32
<b>3.1 TIPO DE INVESTIGACION</b> .....	32
<b>3.2 NIVEL DE INVESTIGACION</b> .....	32
<b>3.3 DISEÑO DE INVESTIGACION</b> .....	32
3.3.1. DESCRIPCION Y TAMAÑO DE LA MUESTRA .....	34

<b>3.3.2. PRUEBAS DE CONTROL PARA LA SELECCIÓN DE SUELO APTO PARA LA ELABORACION DE ADOBES</b> .....	35
<b>3.3.3. EXTRACCION DE MUESTRA</b> .....	36
<b>3.3.4 CARACTERIZACION DE LOS MATERIALES PARA LA ELABORACION DE ADOBES</b> .....	36
<b>3.3.5. PREPARACION DE ADOBE TRADICIONAL Y ESTABILIZADO</b> .....	47
<b>3.3.6. PROCEDIMIENTO DE ENSAYOS EXPERIMENTALES</b> .....	57
<b>CAPITULO IV: DESARROLLO DE DATOS Y RESULTADOS</b> .....	73
<b>4.1 UNIDAD DE ALBAÑILERIA DE ADOBE TRADICIONAL Y ESTABILIZADO</b>	73
<b>4.1.1 DESARROLLO DE DATOS Y RESULTADOS DE LA VARIABILIDAD DE DIMENSIONES</b> .....	73
<b>4.1.2 ABSORCION</b> .....	78
<b>4.1.3 DESARROLLO DE DATOS Y RESULTADOS DE LA RESISTENCIA DE LA UNIDAD DE ADOBE A COMPRESIÓN</b> .....	79
<b>4.1.4 DESARROLLO DE DATOS Y RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL MORTERO</b> .....	85
<b>4.1.5 DESARROLLO DE DATOS Y RESULTADOS DE LA RESISTENCIA DE LA ADHERENCIA DEL MORTERO</b> .....	91
<b>4.1.6 DESARROLLO DE DATOS Y RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL EN PILAS DE ADOBE</b> .....	97
<b>4.1.6 MÓDULO DE YOUNG O MÓDULO ELÁSTICO EN PILAS DE ADOBE TRADICIONAL Y ESTABILIZADO</b> .....	103
<b>4.1.7 DESARROLLO DE DATOS Y RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES DE ADOBE</b> .....	114
<b>4.1.8 RESISTENCIA AL CORTE DE MURETES</b> .....	120
<b>CAPITULO V: ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS</b> .....	134
<b>5.1. ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE ADOBE</b> .....	134
<b>5.1.1. ANALISIS COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DIMENSIONAL DE LAS UNIDADES DE ADOBE Y VARIABILIDAD VOLUMETRICA</b> .....	134
<b>5.1.2 ANALISIS COMPARATIVO DE ABSORCION PROMEDIO</b> .....	138
<b>5.1.3 ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE PROMEDIO</b> .....	139
<b>5.1.4 ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL MORTERO PROMEDIO</b> .....	141
<b>5.1.5 ANALISIS COMPARATIVO DEL ESFUERZO DE ADHERENCIA PROMEDIO DEL MORTERO</b> .....	143
<b>5.1.6 ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL PROMEDIO EN PILAS DE ADOBE</b> .....	145

<b>5.1.7 ANALISIS COMPARATIVO DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD PROMEDIO DE LAS PILAS</b> .....	147
<b>5.1.8 ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL PROMEDIO EN MURETES DE ADOBE</b> .....	148
<b>5.1.9 ANALISIS COMPARATIVO DEL MÓDULO DE CORTE PROMEDIO DE MURETES DE ADOBE</b> .....	150
<b>CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	151
<b>6.1 CONCLUSIONES</b> .....	151
<b>6.2 RECOMENDACIONES:</b> .....	156
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	157
<b>Bibliografía</b> .....	157

### Índice de Tabla

Tabla 1. Años en lo que se fabricaron los plásticos.....	17
Tabla 2. Tipos de plásticos .....	22
Tabla 3.. Propiedades de los plásticos más utilizados .....	27
Tabla 4. Tipos de reciclado de plástico según composición química.....	29
Tabla 5. Esquema general de investigación.....	33
Tabla 6. Tamaño muestra de las unidades de adobe a ensayar.....	34
Tabla 7. Sistema de clasificación de suelos unificados .....	46
Tabla 8. Sistema de clasificación de suelos AASHTO .....	47
Tabla 9. Variabilidad de dimensiones del adobe tradicional con tierra de San Jerónimo – Cusco al 2% de paja.....	73
Tabla 10. Variación del volumen de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo – Cusco al 2% de paja.....	73
Tabla 11. Variabilidad de dimensiones del adobe tradicional con tierra de San Sebastián – Cusco al 2% de paja.....	74
Tabla 12. Variación del volumen de adobe tradicional con tierra de San Sebastián – Cusco al 2% de paja.....	74
Tabla 13. Variabilidad de dimensiones del adobe con tierra de San Jerónimo - Cusco al 2% de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas. ....	75
Tabla 14. Variación del volumen de adobe con tierra de San Jerónimo - Cusco al 2% de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas. ....	75
Tabla 15. Variabilidad de dimensiones del adobe con tierra de San Jerónimo - Cusco al 2% de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas. ....	76
Tabla 16. Variación del volumen de adobe con tierra de San Jerónimo - Cusco al 2% de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas. ....	76
Tabla 17. Variabilidad de dimensiones del adobe con tierra de San Jerónimo - Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas. ....	77
Tabla 18. Variación del volumen de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas. ....	77
Tabla 19. Ensayo de absorción en unidades de adobe Tradicional y Estabilizado. ....	78



Tabla 20. Resistencia a la compresión de la unidad de adobe tradicional con tierra de San Sebastián – Cusco al 2% de paja. ....	79
Tabla 21. Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo – Cusco al 2% de paja. ....	80
Tabla 22. . Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas. .	81
Tabla 23. Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas. ....	82
Tabla 24. Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas. ....	83
Tabla 25. RESISTENCIA PROMEDIO DE LA UNIDAD DE ADOBE TRADICIONAL Y ESTABILIZADO A COMPRESIÓN. ....	84
Tabla 26. Resistencia a la compresión del mortero con tierra de San Sebastián – Cusco al 2 % de paja.....	85
Tabla 27. Ensayo de resistencia a la compresión del mortero con tierra de San Jerónimo – Cusco al 2% de paja.....	86
Tabla 28. Resistencia a la compresión del mortero con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas. ....	87
Tabla 29. Resistencia a la compresión del mortero con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas. ....	88
Tabla 30. Resistencia a la compresión del mortero con tierra de San Jerónimo al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas. ....	89
Tabla 31. RESISTENCIA PROMEDIO DE LOS CUBOS DE MORTERO A COMPRESION .....	90
Tabla 32. Resistencia de adherencia del mortero con tierra de San Sebastián - Cusco al 2% de paja.....	91
Tabla 33. Resistencia de adherencia del mortero con tierra de San Jerónimo - Cusco al 2% de paja.....	92
Tabla 34. Resistencia de adherencia del mortero con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas. ....	93
Tabla 35. Resistencia de adherencia del mortero con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas. ....	94
Tabla 36. Resistencia de adherencia del mortero con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas. ....	95
Tabla 37. ADHERENCIA PROMEDIO DEL MORTERO.....	96
Tabla 38. Resistencia a la compresión axial en pilas de adobe tradicional con tierra de San Sebastián – Cusco al 2% de paja. ....	97
Tabla 39. Resistencia a la compresión axial en pilas de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo – Cusco al 2% de paja.....	98
Tabla 40. Resistencia a la compresión axial en pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 3 % de plástico picado de botellas. ....	99
Tabla 41. Resistencia a la compresión axial en pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5 % de plástico picado de botellas.....	100
Tabla 42. Resistencia a la compresión axial en pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas. ....	101
Tabla 43. RESUMEN DE LOS PROMEDIOS DE LAS RESISTENCIAS DE PILAS DE ADOBE TRADICIONAL Y ESTABILIZADO A LA COMPRESIÓN AXIAL. ....	102

Tabla 44. Deformación vertical máxima, al 15% y al 50% de pilas de adobe tradicional con tierra de San Sebastián – Cusco al 2% de paja. ....	103
Tabla 45. Módulo de Young en pilas de adobe tradicional con tierra de San Sebastián-Cusco al 2% de paja.....	104
Tabla 46. Deformación vertical máxima, al 15% y al 50% de pilas de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo – Cusco al 2% de paja.....	105
Tabla 47. Módulo de Young en pilas de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja.....	106
Tabla 48. Deformación vertical máxima, al 15% y al 50% de pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas .....	107
Tabla 49. Módulo de Young en pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 3 % de plástico picado de botellas. ....	108
Tabla 50. Deformación vertical máxima, al 15% y al 50% en pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas .....	109
Tabla 51. . Módulo de Young en pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5 % de plástico picado de botellas. ....	110
Tabla 52. Deformación vertical máxima, al 15% y al 50% en pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas .....	111
Tabla 53. Módulo de Young en pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7 % de plástico picado de botellas .....	112
Tabla 54. PROMEDIO DE LOS MÓDULOS DE YOUNG DE LAS PILAS.....	113
Tabla 55. Resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe tradicional con tierra de San Sebastián – Cusco al 2% de paja. ....	114
Tabla 56. Resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo – Cusco al 2% de paja. ....	115
Tabla 57. Resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas.....	116
Tabla 58. Resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas.....	117
Tabla 59. Resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas.....	118
Tabla 60. . PROMEDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES DE ADOBE. ....	119
Tabla 61. Deformaciones vertical (mm) y horizontal (mm) unitarias al 15% y al 50% de muretes de adobe tradicional con tierra de San Sebastián – Cusco al 2% de paja. ....	121
Tabla 62. Resistencia al corte de muretes de adobe tradicional con tierra de San Sebastián – Cusco al 2% de paja. ....	121
Tabla 63. Deformaciones vertical (mm) y horizontal (mm) unitarias al 15% y al 50% de muretes de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo – Cusco al 2% de paja.....	123
Tabla 64. Resistencia al corte en muretes de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo – Cusco al 2% de paja.....	124
Tabla 65. Deformaciones vertical (mm) y horizontal (mm) unitarias al 15% y al 50% de muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas.....	126

Tabla 66. Resistencia al corte en muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas. ....	126
Tabla 67. Deformaciones vertical (mm) y horizontal (mm) unitarias al 15% y al 50% de muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas. ....	129
Tabla 68. Resistencia al corte en muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas. ....	129
Tabla 69. Deformaciones vertical (mm) y horizontal (mm) unitarias al 15% y al 50% de muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas. ....	131
Tabla 70. Resistencia al corte en muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas. ....	132
Tabla 71. PROMEDIO RESISTENCIA AL CORTE DE MURETES DE ADOBE. ...	133

## CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.

El adobe ha sido desde la antigüedad uno de los materiales de construcción más utilizados debido a su bajo costo de producción y en la actualidad son utilizados en la construcción de viviendas en algunas zonas de la ciudad del Cusco, mayormente son elaborados de forma artesanal sin ningún estudio previo y no existe un control de calidad del adobe que respeten lo establecido en la Norma E-080, este material está perdiendo su uso debido a que posee poca estabilidad mecánica frente a fenómenos sísmicos y también al ser muy vulnerable ante situaciones de exposición prolongada de agua (lluvias, inundaciones). La fácil disponibilidad de los elementos en el medio (agua y tierra) es lo que ha convertido al adobe en uno de los materiales más utilizados en la construcción. (Igarishi, 2009)



*Figura 1. Vivienda con poca estabilidad mecánica.*

*Fuente: Elaboración propia*

Es por ello que se opta estabilizar el adobe con adición de plástico picado de botellas, con el fin de mejorar su estabilidad mecánica.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1 Problema general**

1. ¿De qué manera la adición de botellas de plástico picado en las unidades de albañilería de adobe mejora su comportamiento Físico Mecánico?

### **1.2.2 Problemas Específicos**

1. ¿Cuánto será los valores de los parámetros físico mecánicos de la unidad de adobe con adición de botellas de plástico picado?
2. ¿Cuánto será los valores de los parámetros físico mecánicos en una pila de adobes con adición de botellas de plástico picado?
3. ¿Cuánto será los valores de los parámetros físico mecánicos de un murete de adobe con adición de botellas de plástico picado?
4. ¿Cuál será los valores de los parámetros físico mecánicos del mortero utilizado en la albañilería de adobe con adición de botellas de plástico picado?
5. ¿Cuál es la resistencia a la compresión de la unidad de adobe tradicional?

## **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION**

### **1.3.1 Objetivo general**

Evaluar de qué manera la adición de botellas de plástico picado en las unidades de albañilería de adobe mejora su comportamiento Físico Mecánico.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Determinar los valores de los parámetros físico mecánicos de la unidad de adobe con adición de botellas de plástico picado.
2. Determinar los valores de los parámetros físico mecánicos en una pila de adobes con adición de botellas de plástico picado.

3. Determinar la resistencia a la compresión diagonal de un murete de adobe con adición de botellas de plástico picado.

4. Evaluar los valores de los parámetros físico mecánicos del mortero utilizado en la albañilería de adobe con adición de botellas de plástico picado.

5. Evaluar la resistencia a la compresión de la unidad de adobe tradicional.

#### **1.4. JUSTIFICACION DEL PROBLEMA.**

Es importante buscar nuevas alternativas para el diseño de un material de construcción como el adobe con adición de botellas de plástico picado, el cual tiene importancia significativa en nuestro país, ya que el adobe tradicional es un material con muchas limitaciones.

Con el propósito de conseguir que el adobe con adición de botellas de plástico picado sea resistente, se debe respetar los parámetros establecidos sobre estabilización de adobes por la Norma E.080.

Sera importante diseñar la unidad de albañilería de adobe con adición de botellas de plástico picado, para la búsqueda de nuevas alternativas que aporten al mejor comportamiento de la albañilería de adobe.

Promover la utilización de la unidad de albañilería de adobe con adición de botellas de plástico picado en la localidad.

“El 24 de julio del 2016 un total de 20 instituciones educativas de las provincias de Cusco, Anta y Urubamba, en la región Cusco, participaron en el I concurso de reciclaje PET “Mi cole recicla”, que alcanzó a reciclar más de 5.5 toneladas de plástico, en 47 días de acopio (Agencia peruana de noticias, 2016), lo que demuestra que existe suficiente cantidad de botellas de plástico en la ciudad del Cusco”.

#### **1.5 DELIMITACIONES**

- Nuestra tesis se realizó durante el periodo 2018 – 2019.
- Esta investigación se llevó a cabo en los distritos de San Jerónimo y San Sebastián de la ciudad del Cusco, en el laboratorio mecánica de suelos de la

Facultad de Arquitectura e Ingeniería civil - UNSAAC y el Laboratorio GEOTEST PERU S.A.C

- El suelo extraído proviene de 2 Distritos de la ciudad del cusco (San Jerónimo, San Sebastián).
- El suelo de San Sebastián proviene de la Urb. Pumaqchupan, vista alegre.
- El suelo de San Jerónimo Proviene de la Urb. Uscapampa, calle Pullpituchayoc.

### **1.6 LIMITACIONES**

- Inexistencia de la normalización del plástico picado para el proceso de fabricación del adobe.
- No se pudo realizar los ensayos en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil en su totalidad debido al mantenimiento que se realiza.

### **1.7 FORMULACION DE LA HIPÓTESIS**

#### **1.7.1 Hipótesis general**

La adición de botellas de plástico picado en las unidades de albañilería de adobe influye de mejor manera su comportamiento Físico mecánico.

#### **1.7.2 Hipótesis específicos**

1. Las unidades de adobe con adición de botellas de plástico picado presentan mejor comportamiento físico mecánico con respecto a unidades de adobe tradicional.
2. Las pilas de adobe con adición de botellas de plástico picado presentan mejor comportamiento físico mecánico con respecto a unidades de adobe tradicional.
3. Los muretes de adobe con adición de botellas de plástico picado presentan mejor comportamiento físico mecánico con respecto a unidades de adobe tradicional.
4. La resistencia a la compresión del mortero utilizado en la albañilería de adobe con adición de botellas de plástico picado cumple con la norma E-080.
5. La resistencia a la compresión del adobe tradicional o de nuestro medio no cumple con la norma E-080.

## CAPITULO II: ANTECEDENTES Y MARCO TEORICO

### 2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

#### 2.1.1 ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL

**“Comparación de la resistencia a la compresión de unidades de adobe sin paja con unidades de adobe con paja en cruz blanca - Cajamarca”** (Mendoza, 2014)

Presentado por Alex Cotrina Mendoza, para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Privada Del Norte, La Libertad – Perú 2014. (Mendoza, 2014)

#### **RESUMEN:**

En esta investigación, se estabiliza el ladrillo de adobe con paja y se compara con otro ladrillo de adobe sin paja, compara la resistencia a la compresión. El material utilizado en dicha investigación proviene de la localidad de cruz blanca (Cajamarca), los ensayos en las unidades de adobe se realizaron en la Universidad Privada del Norte.

Así también, recomienda a tener en cuenta durante el proceso constructivo que los muros de albañilería de adobe estén de acuerdo a la norma técnica vigente (NTP. E-080). (Mendoza, 2014)

**“Influencia de la fibra de maguey (*furcraea andina*) en las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe tradicional. Cusco -2018”** ( Florez y Limpe , 2018)

Presentado por Franklin Florez León y Yesica Limpe Zevallos, para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad nacional de San Antonio Abad Del Cusco, Cusco - 2018. ( Florez y Limpe , 2018)

#### **RESUMEN:**

En esta investigación los investigadores estabilizaron el adobe con fibra de maguey en diferentes de porcentajes, y compararon con adobes tradicionales fabricados en cusco. La fibra de maguey incrementa en la resistencia a



la compresión de la unidad de adobe, en su adherencia del mortero, en la resistencia a la compresión del mortero, concluyendo que al añadir fibra de maguey al adobe tradicional mejora sus propiedades físicas y mecánicas.

### **“Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho”**

Presentado por Jhon Cristian Mantilla Calderón, para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca 2018.

#### **RESUMEN:**

La presente investigación tiene como objetivo determinar la variación de las propiedades físico-mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho, por lo que se ha adicionado fibra vegetal (viruta) y fibra de caucho en porcentajes de 2%, 3% y 5 %, elaborándose un total de 245 bloques de adobe, los cuales fueron evaluados en resistencia a compresión, flexión y en su comportamiento a la absorción y saturación total. Se obtuvo como resultados que la resistencia a compresión alcanzó un valor máximo de 30.25 kg/cm<sup>2</sup> para los bloques de adobe con 3% de adición de viruta, en resistencia a flexión se registró un valor máximo de 8.35 kg/cm<sup>2</sup>; valores superiores a los resultados de resistencia obtenidos por el adobe tradicional (con paja). El porcentaje de absorción disminuyó hasta en 4% con la incorporación de 5% de caucho, observándose además menor desgaste de las unidades de adobe con adición de caucho en la saturación total. Concluyendo que las propiedades físico-mecánicas del adobe resultan favorables, con la incorporación de viruta y caucho. (Calderón, 2018)

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

##### **“Construcción de viviendas con adobe recomendadas para su habitabilidad”**

Presentado por Manuel de Jesús Morales, para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Septiembre 1997.

**RESUMEN:**

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

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

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

Con la evolución del hombre se ha procurado mejorar la calidad de vida, y para lograrlo, uno de los factores se enfoca a las mejoras en la construcción de vivienda, el cual ha sido, si no el más importante, uno de los más grandes factores, que con su evolución sirve para soportar los fenómenos naturales que la puedan afectar. (Morales, 1997)

**“Caracterización Física y mecánica del adobe en el canton cuenca”** (Alberca y Quezada, 2017)

Presentado por Eddy Daniel Aguilar Alberca y Rosa Angélica Quezada Zambrano, para optar el título profesional de Arquitecto, Universidad de Cuenca, 2017. (Alberca y Quezada, 2017)

**RESUMEN:**

En esta investigación se producen unidades de adobe utilizando el suelo de la zona canton cuenca, para evaluar propiedades físico y mecánicas, como son la resistencia a la compresión de las unidades de adobe producidas con el suelo de canton cuenca, resistencia al corte, módulo de elasticidad, para su posterior

simulación para calcular su efecto sísmico y obteniendo resultados que cumplen con las normas establecidas en dicho país y dando visto bueno al suelo para la producción de unidades de adobe y su posterior uso en las construcciones cercanas a la zona de canton cuenca.

## **2.2 MARCO TEORICO.**

### **2.2.1 ADOBE**

La palabra adobe etimológicamente deriva del árabe “al tub” que significa un cubo solido realizado de una cantidad determinada de masa de barro, mezclado uniformemente y dormido durante 24 horas o 48 horas para posteriormente sea secado en condiciones ambientales óptimas.

Con los adobes podemos construir viviendas de un piso y de dos pisos dependiendo de la zona en donde se realice dicha construcción.



*Figura 2. Secado del adobe*

*Fuente: (Elaboracion Propia)*

### **2.2.2 HISTORIA DEL ADOBE**

Las ciudades arcaicas donde se construyeron con adobe son: Anatolia en el siglo VII a.c., Egipto, Perú (chan chan, caral), España (Castilla, León), Africa, México, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Argentina, Chile.

Muchas familias aún conservan la tradición de construir con adobes ya que el adobe es un excelente aislante térmico, pero una desventaja del adobe es su absorción por capilaridad, para ello la solución sería construir un cimiento impermeable de 0.6m de ancho y 1m de altura aproximadamente.

## **1. SELECCIÓN DE LA TIERRA OPTIMO**

Se utiliza generalmente el material del mismo lugar donde se construirá, para lo cual se deberán realizar pruebas piloto como la prueba de resistencia seca y de cinta de barro.

Estos ensayos permiten obtener una adecuada selección de la tierra para elaboración de adobes.

La tierra para fabricar adobes debe estar formada 15% a 25% de limos y 10% a 20% arcilla y 55% a 70 % de arena. (Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada, 2017)



*Figura 3. Limpieza del terreno para secado de adobes*

*Fuente: (Elaboración propia)*

## **2. PREPARACIÓN DE MASA DE BARRO PARA LA OBTENCIÓN DE ADOBE.**

Se seleccionó una determinada cantidad de suelo para la preparación de adobes, se mezcla el suelo y agua hasta que la mezcla este completamente uniforme y se deja dormir durante 24 horas a 48 horas, para que el agua penetre totalmente en los grumos de arcilla.



*Figura 4. Preparación de la mezcla*

*Fuente: Elaboración Propia*

### **3. MEZCLA PARA LA OBTENCION DE ADOBE.**

Remojamos con agua una determinada cantidad de tierra libre de materiales orgánicos e inorgánicos, el mezclado se realiza pisando la mezcla húmedas tal como se aprecia en la imagen y utilizando pico y palas para obtener una mezcla homogénea para luego dejar dormir la mezcla de barro durante 24 a 48 horas.



*(a)*





(b)

*Figura 5a. Mezcla del barro con adición de plástico picado al 3% de plástico picado de botellas*

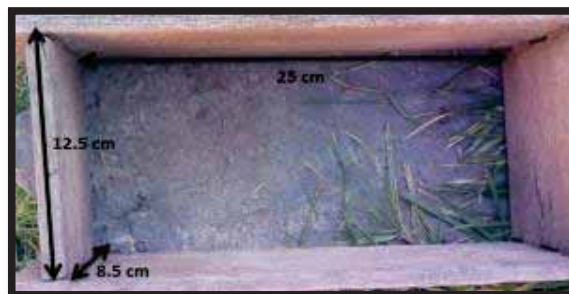
*Figura 5b. Mezcla del barro con adición de plástico picado al 5% de plástico picado de botellas*

*Fuente: Elaboracion Propia*

#### **4. MOLDE DE ADOBE**

Basandonos en la norma tecnica peruana (E-0.80) las dimensiones del molde para adobes debe ser de 1:2 (Largo:Ancho).

Al momento de poner la mezcla de barro en la adobera se debera mojar las caras interiores con agua, para evitar que el barro se pegue.



*Figura 6. Dimensiones del molde de adobe*

*Fuente: Elaboración propia*

## **5. SECADO DE ADOBE EN CONDICIONES OPTIMAS**

El secado de las unidades de adobe dependerá mucho del clima, pudiendo tardar 28 días, siempre protegiendo de las lluvias, se deberá hacer secar en una zona limpia, seca y considerablemente extensa.

Para un secado rápido y uniforme se deberán colocar las unidades en posición canto. (Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada, 2017)



(a)



(b)

*Figura 7a. Secado del adobe tradicional de San Sebastián.*

*Figura 7b. Secado del adobe tradicional de San Jerónimo.*

*Fuente: Elaboración Propia.*

### **2.2.6 PROPIEDADES MECANICAS DEL ADOBE**

#### ***2.2.6.1 Resistencia a la Compresión de la Unidad de Adobe***

Para la determinación de la resistencia a compresión de la unidad de albañilería de adobe tradicional y estabilizado, se calculará con respecto al área transversal, ensayando como mínimo 6 adobes de los cuales se seleccionan 4 adobes de las 6 ensayadas. Los ensayos se harán utilizando piezas completamente secas, siendo el valor de ( $f_0$ ) mínimo aceptable de  $10.2 \text{ kg/cm}^2$  según la (Norma E-080).

#### ***2.2.6.2 Resistencia de Compresión de pilas y muretes.***

La resistencia de compresión de pilas y muretes podrá determinarse por:

a) **Ensayos de pilas con materiales y tecnología a usar en obra.**

Las pilas estarán compuestas por el número entero de adobes necesarios para obtener un coeficiente de esbeltez (altura / espesor) del orden de aproximadamente tres (3), debiéndose tener especial cuidado en mantener su verticalidad.

El número mínimo de adobes será de cuatro (4) y el espesor de las juntas será de 1 cm. La disposición del ensayo será la mostrada en la Figura 8.

El periodo de secado del motero que se utiliza en la construcción de pilas es de 1 mes aproximadamente y la mínima cantidad a ensayar es de seis muestras y se tomará 4 mejores muestras (de 6 muestras). (Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada, 2017)

Mediante estos ensayos se obtiene el esfuerzo último  $f'_m$  en compresión de la pila. (Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada, 2017)

Es esfuerzo admisible a compresión del muro ( $f_m$ ) se obtendrá con la siguiente expresión:

$$f_m = 0.40 f'_m$$

Donde:

$f'_m$  = esfuerzo de compresión último de la pila

b) Alternativamente cuando no se realicen ensayos de pilas, se podrá usar el siguiente esfuerzo admisible:

$$f_m = 6.12 \text{ kg/cm}^2$$

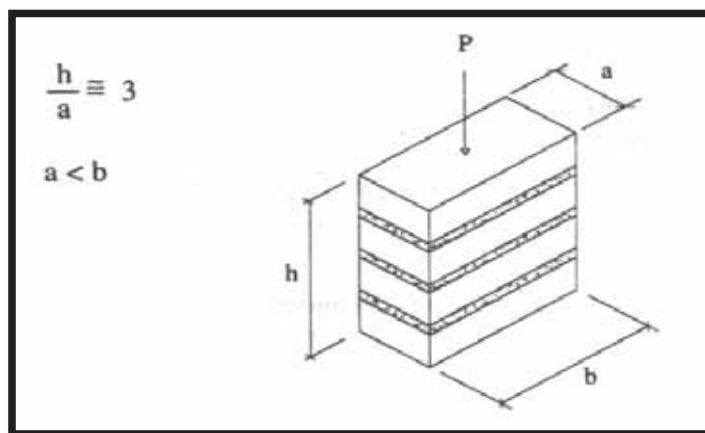


Figura 8. Dimensiones de una pila de adobe



Fuente: (Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada, 2017)

### 2.2.6.3 Resistencia al Corte de la Albañilería

La resistencia al corte de la albañilería se podrá determinar por:

- a) Ensayos de compresión diagonal con materiales y tecnología a usarse en obra.

La disposición del ensayo será la mostrada en la Figura 9.

Se ensayarán un mínimo de seis muestras y se tomará cuatro mejores muestras (de 6 muestras).

El esfuerzo admisible al corte del muro ( $V_m$ ) se obtendrá con la expresión:

$$V_m = 0.40 f'_t$$

Donde:

$f'_t$  = esfuerzo último del murete de ensayo.

- b) Alternativamente cuando no se realicen ensayos de muretes, se podrá usar el siguiente esfuerzo admisible al corte:

$$V_m = 0.25 \text{ kg/cm}^2$$

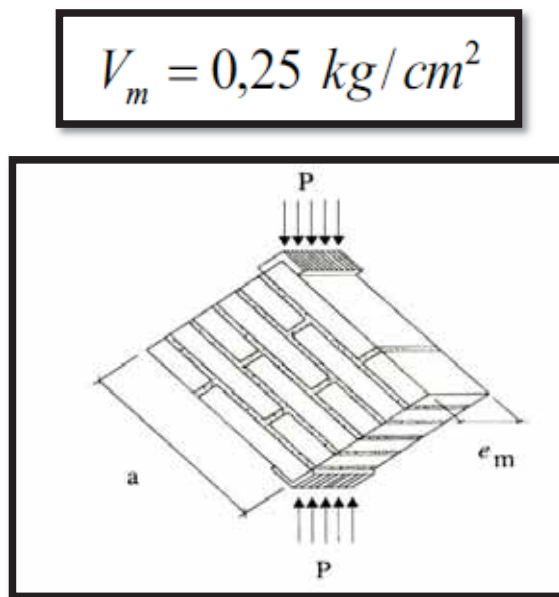


Figura 9. Murete sometido a carga diagonal.

Fuente: (Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada, 2017)

## 2.2.7 PROPIEDADES FÍSICAS DEL ADOBE

### 2.2.7.1 VARIABILIDAD DIMENSIONAL.

A la variación que existe entre las caras opuestas de la unidad de albañilería de adobe se le denomina variabilidad dimensional, (ancho, largo y altura). Es por ello que la dimensión de cada adobe es diferente, por lo que a mayor variación dimensional, mayor espesor de la junta y mientras mayor sea el espesor de la junta, menor será la resistencia a compresión y la fuerza cortante. (Ramirez, 2012)

La mayor variación de dimensiones de las unidades, conducen a un mayor grosor de las juntas de mortero, lo que trae por consecuencia, una reducción de resistencia a compresión y a fuerza cortante en la albañilería (por encima del valor nominal) (Bartolome, 2005)

La variabilidad dimensional se expresa con la siguiente fórmula:

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

Dónde:

%V = Variación Dimensional

DN= Dimensión Nominal expresada en porcentaje.

DP= Dimensión Promedio expresada en porcentaje.

### 2.2.7.2 ABSORCIÓN.

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

- La posible filtración a través de las unidades de albañilería de adobe.
- La tendencia a la desintegración cuando las unidades de albañilería de adobe húmedas son sometidos a congelación y descongelación alternas.

De modo general, una unidad de albañilería de adobe porosa no será tan resistente como una unidad de albañilería de adobe más densa a la acción de las cargas, o tan tenaz a la acción del tiempo o a cualquier otro fenómeno de intemperismo. Las variaciones de absorción son causas por diferencias en el material utilizado, método del moldeo de la unidad. La medida de la absorción máxima es la

cantidad de agua que puede contener una unidad saturada, es considerada como una medida de su impermeabilidad. (Sáenz, 2015)

La absorción se expresa con la siguiente fórmula:

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

Dónde:

$W_d$  = Peso seco de la muestra, expresado en porcentaje.

$W_s$  = Peso saturado de la muestra, expresada en porcentaje inmediatamente después de estar sumergida durante media hora.

### ***2.2.7.3 LÍMITES DE ATTERBERG.***

Los límites de consistencia son utilizados para mostrar la actuación de los suelos finos, existen 4 estados de consistencia de acuerdo a la humedad que tiene un suelo de grano fino y ellos son:

Estado sólido, estado semisólido, estado plástico y estado líquido.

Los ensayos se realizan en laboratorio de suelos y los límites a estudiar son: límite líquido y límite plástico. El límite líquido es el paso del estado plástico al estado líquido y el límite plástico es el paso del estado semisólido al estado plástico.



*Figura 10. Cuchara de Casagrande.*

*Fuente: Elaboración Propia*



*Figura 11. Limite plástico  
Fuente: Elaboración Propia*

## 2.2.8 POLIMERO

### HISTORIA DEL PLASTICO

#### ALGUNOS ASPECTOS HISTORICOS

La historia de los plásticos es muy reciente pero muy intensa. Los plásticos, a diferencia de otros materiales usados por el hombre desde la antigüedad, es el primero obtenido por síntesis. La profundización en el conocimiento y en la estructura de los plásticos ha permitido al hombre ir creando nuevos materiales con distintas propiedades y aplicaciones. Como se puede observar en la siguiente tabla los plásticos no se conocieron hasta mediados – finales del siglo XIX, pero a partir de ese momento su desarrollo ha sido imparable. En la actualidad ¿qué haríamos sin los plásticos? (López, 2007)

*Tabla 1. Años en lo que se fabricaron los plásticos*

*Tabla 1. Años en lo que se fabricaron los plásticos*

Año	Hechos
1862	<b>Alexander Parkes inventa el primer plástico fabricado por el Hombre: Parkesine.</b>
1866	<b>John Wesley Hyatt inventa el celuloide que permite reemplazar al marfil para fabricar las bolas de billar.</b>
1872	<b>Se realiza en laboratorio la primer polimerización del Cloruro de Vinilo obteniendo así el PVC – Policloruro de Vinilo (Baumann)</b>

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FISICO MECANICO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA DE ADOBE  
CON ADICIÓN DE BOTELLAS DE PLASTICO PICADO EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2018”**

1891	Charels Topham produce el Rayon.
1900	El Dr. Jacques Edwin Brandenberger descubre el celofán.
1907	Creación de la Baquelita: el primer plástico completamente sintético, termorígido, resistente a la electricidad, químicamente inerte, resistente al calor, irrompible. Es descubierto por Leo Baeckland.
1912	Klatte (USA) patentó el 1º proceso de polimerización del PVC por método de emulsión.
1913	Producción en masa del celofán despierta el furor por el plástico.
1920	Herman Staudinger desarrolla la teoría de las macromoléculas, más conocidas como “polímeros”.
1927	Comienza la producción de PVC a escala mundial.
1933	Se descubre el segundo gran termoplástico: Polietileno – PE.
1938	El Teflón, descubierto por Roy Plunkett, permite la producción de ollas y sartenes para que no se pegue la comida.
1939	Las medias de Nylon revolucionan la moda.
1939	Se inventa el tercer gran termoplástico: Poliestireno – PS.
1947	Primeros discos de vinilo permiten la difusión a gran escala de la música.
1953	Herman Staudinger obtiene el Premio Nobel por su teoría de los Polímeros.
1954	Polipropileno – PP: el cuarto gran termoplástico hace su aparición.
1957	Producción en masa del velcro.
1971	Se inventa el Disquete hecho con film metalizado de 18úmeros18r.
1975	El quinto gran termoplástico, PET, Polítilentereftalato. Su aplicación en botellas para gaseosas es inventada por Nathaniel C. Wyeth.
1983	Aparecen los primeros CD’s hechos con Policarbonato.
1998	Se descubre el metaloceno, usado como catalizador en la producción de nuevas poliolefinas.
2000	El plástico es considerado uno de los 50 grandes inventos hechos durante el siglo XX según la revista Newsweek.

*Fuente: (López, 2007)*

## ¿Qué es plástico?

Según el diccionario de la RAE, algunos de los significados de la palabra **plástico** son:

- Capaz de ser modelado.
- Dicho de un material: Que, mediante una compresión más o menos prolongada, puede cambiar de forma y conservar esta de modo permanente, a diferencia de los cuerpos elásticos.

Es, efectivamente, por esa propiedad por la que estos materiales se denominan así, **PLÁSTICOS**. Los plásticos, bien durante toda su vida, o bien durante algún momento de su fabricación pueden ser moldeados bajo la acción del calor y la presión.

A parte de esa propiedad en común y la de ser aislantes del calor y la electricidad podemos encontrar plásticos de propiedades muy dispares: duros, blandos, rígidos, flexibles, elásticos, con mayor o menor resistencia al calor, con infinidad de colores, texturas, acabados.

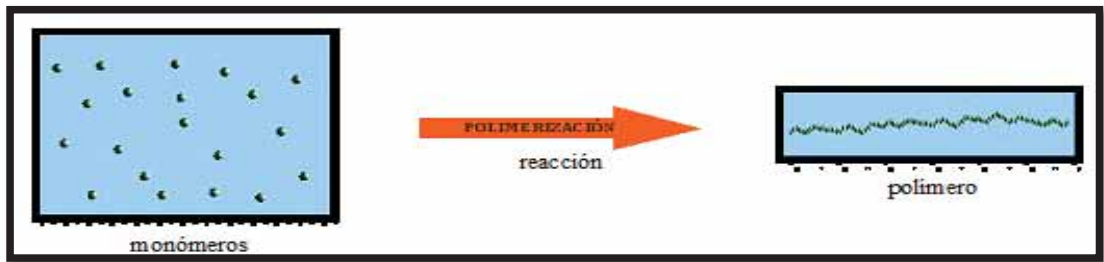
Los plásticos son unos materiales que se pueden fabricar con propiedades casi “a la carta”. (López, 2007).

## NATURALEZA DE LOS PLÁSTICOS

### CARACTERÍSTICAS GENERALES

Los plásticos están formados por moléculas gigantes (**macromoléculas**). Estas moléculas se forman por reacciones en las que se unen muchas unidades de otras moléculas pequeñas (**monómeros**) formando largas cadenas (**polímeros**). Estas reacciones se llaman de polimerización. (López, 2007)

*Figura 12. Polímeros microscópicos*



*Fuente:* (López, 2007)

**Según su origen pueden ser:**

- **Polímeros naturales:** provenientes directamente del reino vegetal o animal. Por ejemplo: celulosa, almidón, proteínas, caucho natural, ácidos nucleicos, etc. (López, 2007)
- **Polímeros artificiales:** son el resultado de modificaciones mediante procesos químicos, de ciertos polímeros naturales. Ejemplo: nitrocelulosa, etonita, etc. (López, 2007)
- **Polímeros sintéticos:** son los que se obtienen por procesos de polimerización controlados por el hombre a partir de materias primas de bajo peso molecular. Ejemplo: nylon, polietileno, cloruro de polivinilo, polimetano, etc. (López, 2007).

**Materias primas:**

En un principio, la mayoría de los plásticos se fabricaban con resinas de origen vegetal, como la celulosa (del algodón), el furfural (de la cáscara de la avena), aceites (de semillas), derivados del almidón o el carbón. La caseína de la leche era uno de los materiales no vegetales utilizados. (López, 2007)

A pesar de que la producción del nylon se basaba originalmente en el carbón, el aire y el agua, y de que el nylon 11 se fabricaba todavía con semillas de ricino, la mayoría de los plásticos se elaboran hoy con derivados del petróleo. (López, 2007)

Las materias primas derivadas del petróleo son tan baratas como abundantes. No obstante, dado que las existencias mundiales de petróleo tienen un límite, se están investigando otras fuentes de materias primas, como la gasificación del carbón. (López, 2007)

**TIPOS DE REACCIONES DE POLIMERIZACIÓN**

Básicamente hay dos tipos de reacciones de polimerización:

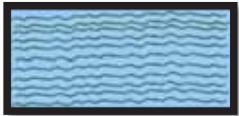


- De **adición:** como indica su nombre es como si se sumasen unas moléculas a otra, unos monómeros a otros como si fuesen cuentas de un collar que se van uniendo, dando lugar al polímero. (López, 2007)
- De **condensación:** por cada nuevo monómero que se une a la cadena se libera una molécula de pequeño tamaño, por ejemplo agua(H<sub>2</sub>O). (López, 2007).



## TIPOS DE PLÁSTICOS

Los plásticos se pueden clasificar según diversos criterios, pero normalmente se suelen agrupar en tres clases: termoplásticos, termoestables y elastómeros. Esta división es consecuencia de su comportamiento y este a su vez es consecuencia de la estructura interna del plástico. (López, 2007)

*Tabla 2. Tipos de plásticos*

<p><b>TERMOPLÁSTICOS</b> Como su propio nombre indica, estos plásticos se vuelven deformables (plásticos) por acción del calor, de manera que se les puede volver a dar forma muchas veces. Esto es debido a que las cadenas moleculares no están unidas entre sí y al calentar el material pueden deslizarse unas respecto a las otras adquiriendo nuevas posiciones de manera que el conjunto puede tomar una nueva forma que se mantiene al solidificarse.</p>	
<p><b>TERMOESTABLES</b> Estos plásticos, durante el proceso de fabricación, sufren una reacción que se denomina de degradación o fraguado. Una vez que han sufrido esta reacción no se pueden volver a modelar, permanecen con la forma que han adquirido durante este proceso. Lo que ocurre durante el fraguado es que las distintas cadenas se enlazan entre sí por distintos puntos, formando una especie de red. Debido a esto las cadenas ya no se pueden deslizar unas respecto a las otras y el plástico mantiene la forma que ha adquirido.</p>	
<p><b>ELASTÓMEROS</b> En este grupo de plásticos se da una situación intermedia a los dos anteriores. Las distintas cadenas están enlazadas entre sí, pero por pocos puntos, y además las cadenas están plegadas. Por ello el plástico se puede estirar, pero al cesar el esfuerzo vuelve a su forma original.</p>	

*Fuente: (López, 2007)*

## FABRICACION DE LOS PLASTICOS

La fabricación de los plásticos y sus manufacturas implica cuatro pasos básicos:

- Obtención de las materias primas.
- Síntesis del polímero básico.

- Composición del polímero como un producto utilizable industrialmente.
- Moldeo o deformación del plástico a su forma definitiva.

### **Técnicas de Moldeo de los Plásticos**

El moldeo de los plásticos consiste en dar las formas y medidas deseadas a un plástico por medio de un molde. El molde es una pieza hueca en la que se vierte el plástico fundido para que adquiera su forma. Para ello los plásticos se introducen a presión en los moldes. En función del tipo de presión, tenemos estos dos tipos:

- **Moldeo a Alta Presión:**

Se realiza mediante máquinas hidráulicas que ejercen la presión suficiente para el moldeo de las piezas. Básicamente existen tres tipos: compresión, inyección y extrusión. (López, 2007).

- **Compresión:**

El plástico en polvo es calentado y comprimido entre las dos partes de un molde mediante la acción de una prensa hidráulica, ya que la presión requerida en este proceso es muy grande.

Este proceso se usa para obtener pequeñas piezas de baquelita, como los mangos aislantes del calor de los recipientes y utensilios de cocina. (López, 2007).

- **Inyección:**

Consiste en introducir el plástico granulado dentro de un cilindro, donde se calienta. En el interior del cilindro hay un tornillo sinfín que actúa de igual manera que el émbolo de una jeringuilla. Cuando el plástico se reblandece lo suficiente, el tornillo sinfín lo inyecta a alta presión en el interior de un molde de acero para darle forma. El molde y el plástico inyectado se enfrían mediante unos canales interiores por los que circula agua. Por su economía y rapidez, el moldeo por inyección resulta muy indicado para la producción de grandes series de piezas. Por este procedimiento se fabrican palanganas, cubos, carcasas, componentes del automóvil, etc. (López, 2007).

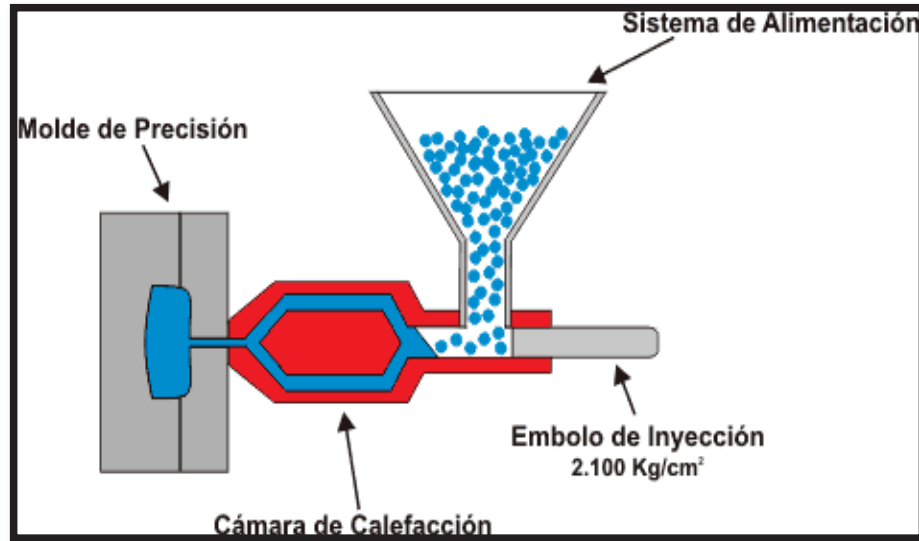


Figura 13. Proceso de fabricación del plástico por inyección

Fuente: (López, 2007)

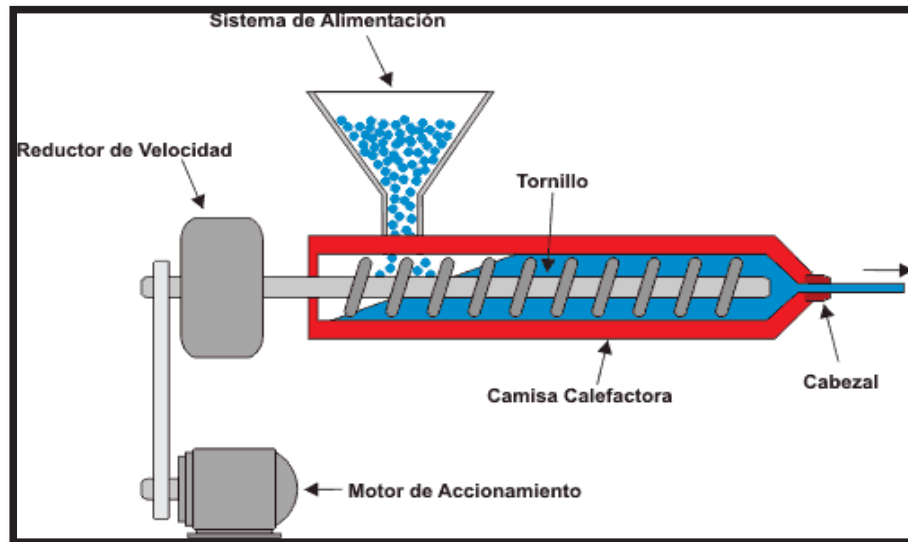


Figura 14. Proceso de fabricación – Molienda de monómeros

Fuente : (López, 2007)

- **Extrusión:**

Consiste en moldear productos de manera continua, ya que el material es empujado por un tornillo sinfin a través de un cilindro que acaba en una boquilla,

lo que produce una tira de longitud indefinida. Cambiando la forma de la boquilla se pueden obtener barras de distintos perfiles. También se emplea este procedimiento para la fabricación de tuberías, inyectando aire a presión a través de un orificio en la punta del cabezal. Regulando la presión del aire se pueden conseguir tubos de distintos espesores. (López, 2007).

- **Moldeo a Baja Presión**

Se emplea para dar forma a láminas de plástico mediante la aplicación de calor y presión hasta adaptarlas a un molde. Se emplean, básicamente, dos procedimientos:

- El primero consiste en efectuar el vacío absorbiendo el aire que hay entre la lámina y el molde, de manera que ésta se adapte a la forma del molde. Este tipo de moldeo se emplea para la obtención de envases de productos alimenticios en moldes que reproducen la forma de los objetos que han de contener. (López, 2007).
- El segundo procedimiento consiste en aplicar aire a presión contra la lámina de plástico hasta adaptarla al molde. Este procedimiento se denomina moldeo por soplado, como el caso de la extrusión, aunque se trata de dos técnicas totalmente diferentes. Se emplea para la fabricación de cúpulas, piezas huecas, etc. (López, 2007).

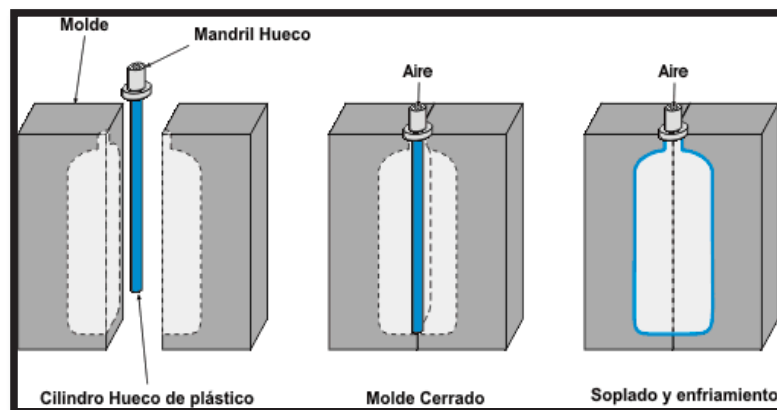


Figura 15. Proceso de fabricación – Presión de aire

Fuente : (López, 2007)

## OTRAS TÉCNICAS DE CONFORMACIÓN

- **Colada**

La colada consiste en el vertido del material plástico en estado líquido dentro de un molde, donde fragua y se solidifica. La colada es útil para fabricar pocas piezas o cuando emplean moldes de materiales baratos de poca duración, como escayola o madera. Debido a su lentitud, este procedimiento no resulta útil para la fabricación de grandes series de piezas. (López, 2007).

- **Espumado**

Consiste en introducir aire u otro gas en el interior de la masa de plástico de manera que se formen burbujas permanentes. Por este procedimiento se obtiene la espuma de poliestireno, la espuma de poliuretano (PUR), etc. Con estos materiales se fabrican colchones, aislantes termo-acústicos, esponjas, embalajes, cascos de ciclismo y patinaje, plafones ligeros y otros. (López, 2007).

- **Calandrado**

Consiste en hacer pasar el material plástico a través de unos rodillos que producen, mediante presión, láminas de plástico flexibles de diferente espesor. Estas láminas se utilizan para fabricar hules, impermeables o planchas de plástico de poco grosor. (López, 2007)

### **PLÁSTICOS DE USO COMUN**

Aunque en realidad la lista es larguísima, en la siguiente tabla se recogen algunos de los plásticos que utilizamos con más frecuencia. La mayoría de esos datos están tomados de la enciclopedia Encarta. (López, 2007).

Debajo de la tabla se incluyen dos enlaces en los que se pueden encontrar muchos datos sobre plásticos.

*Tabla 3.. Propiedades de los plásticos más utilizados*

<b>NOMBRE</b>	<b>PROPIEDADES</b>	<b>APLICACIONES</b>
<b>Polietileno (PE)</b>	Termoplástico, traslúcido en lámina, flexible, permeable a los hidrocarburos, alcoholes y gases, resistente a los rayos X y los agentes químicos. Hay de dos tipos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• de alta densidad (HDPE)</li> <li>• de baja densidad (LDPE)</li> </ul>	Láminas, bolsas, tuberías, revestimientos aislantes, tapones, tapas, envases, juguetes.
<b>Polipropileno (PP)</b>	Termoplástico, baja densidad, rigidez elevada, resistente a los rayos X, muy poco permeable al agua, resistente a las temperaturas elevadas (<135 °C) y a los golpes.	Artículos domésticos, envases, carrocerías moldeadas, baterías, parachoques, muebles de jardín, jeringuillas, frascos, prótesis.
<b>Poliestireno (PS)</b>	Termoplástico, transparente en lámina, no tóxico por ingestión, buenas propiedades ópticas y eléctricas, fácil de teñir, resistente a los rayos X, a los aceites y a las grasas.	Envases, utensilios de cocina, difusores ópticos, revestimientos de muebles, aislamiento térmico, juguetes, artículos de oficina, maquinillas de afeitar desechables.
<b>Policloruro de vinilo (PVC)</b>	Termoplástico, flexible o rígido, opaco o transparente, resistente a los rayos X, los ácidos, las bases, los aceites, las grasas y los alcoholes.	Termoplástico, flexible o rígido, opaco o transparente, resistente a los rayos X, los ácidos, las bases, los aceites, las grasas y los alcoholes.
<b>Politetrafluoroetileno (PTFE) o teflón</b>	Químicamente inerte, antiadherente, impermeable al agua y a las grasas, excelente resistencia al calor y a la corrosión.	Prótesis, juntas, piezas mecánicas en medios corrosivos, aislamiento eléctrico, revestimiento de sartenes.
<b>Polimetacrilato de metilo (PMMA) o plexiglás</b>	Termoplástico, transparente, excelentes propiedades ópticas, buena resistencia al envejecimiento y a la	Material sustitutivo del vidrio, letreros luminosos, cristaleras, ventanillas, vitrinas, fibras ópticas, odontología, prótesis, lentes

	intemperie.	de contacto.
<b>Poliamidas (PA) (ejemplo: nailon)</b>	Termoplásticos, excelentes propiedades mecánicas, resistentes a los rayos X y a los carburantes, impermeables a los olores y a los gases.	Envases para productos alimenticios, mecanismos de contadores de agua, gas y electricidad, canalización de carburantes, botas y fijaciones de esquí, sillines de bicicleta.
<b>Siliconas</b>	Fluidas, lubricantes, antiadherentes, débilmente tóxicas.	Fluidos para transformadores eléctricos, masillas, moldeados complejos, revestimientos antiadherentes, barnices, ceras, tratamiento de quemaduras, cirugía estética.
<b>Poliésteres</b>	Termoendurecibles, transparentes, buenas propiedades mecánicas a temperaturas elevadas, propiedades eléctricas, resistentes a los golpes, fáciles de mecanizar.	Productos textiles, envases, botellas, interruptores, tomas y fusibles para circuitos de alta tensión, prótesis.
<b>Polietilenterftalato (PET)</b>	Termoplástico, transparente, flexible.	Envases de bebidas.

*Fuente: (López, 2007)*

### **RECICLADO DE PLASTICOS**







No todos los plásticos son reciclables, es más uno de los grandes problemas de los plásticos es que son difícilmente degradables y por lo tanto son un problema si los consideramos como basura. Todos los días se generan en el mundo toneladas de residuos plásticos que hay que tratar de un modo a otro. Básicamente, hay tres procedimientos para el procesado de los residuos plásticos:

- **RECICLADO MECÁNICO:**

Procedimiento que sólo puede ser utilizado para plásticos termoplásticos. Simplificando mucho, este tipo de reciclado consiste en separar los plásticos según su tipo, lavarlo, triturarlo y volverlo a introducir en la cadena de fabricado de plásticos. Este tipo de reciclado ahorra materias primas puesto que vuelve a dar nueva vida a los plásticos desechados. (López, 2007).

Para facilitar este tipo de reciclado se utilizan unos símbolos y unos 29 números que identifican el tipo de plástico de que se trata (Sistema de Identificación Americano SPI). Estos símbolos van grabados o impresos en los objetos de plástico, de esta manera se simplifica su separación y tratamiento. (López, 2007).

*Tabla 4. Tipos de reciclado de plástico según composición química*

<i>Nombre</i>	<i>Abreviatura (opcional)</i>	<i>Número de identificación</i>
<i>Polietilentereftalato</i>	<i>PET o PETE</i>	
<i>Polietileno de alta densidad</i>	<i>PEAD o HDPE</i>	
<i>Policloruro de vinilo o Vinilo</i>	<i>PVC o V</i>	
<i>Polietileno de baja densidad</i>	<i>PEBD o LDPE</i>	
<i>Polipropileno</i>	<i>PP</i>	
<i>Poliestireno</i>	<i>PS</i>	

*Fuente: (López, 2007)*



- **RECICLADO QUÍMICO:**

Este tipo de reciclado consiste en descomponer las grandes cadenas moleculares que forman los plásticos en moléculas más sencillas que sirvan de materia prima a la industria química. (López, 2007).

- **VALORIZACIÓN ENERGÉTICA:**

Consiste en aprovechar los residuos plásticos de difícil reciclado como fuente de energía para distintos procesos, sustituyendo a otros combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas natural). (López, 2007).

**EN CUALQUIER CASO:**

Debemos tener una actitud responsable como consumidores, haciendo un consumo y una utilización razonable de estos materiales y colaborando a su reciclado y reutilizando materiales, no desechándolos por sistema.

### **2.2.10 BOTELLA DE PLÁSTICO**

La botella de plástico es un envase muy utilizado en la comercialización de líquidos en productos como lácteos, bebidas o limpia hogares. Sus ventajas respecto al vidrio son básicamente su menor precio y su gran versatilidad de formas. Se comenzaron a desarrollar en la década de 1950. (López, 2007).

Las botellas de plástico se fabrican en gran variedad de materiales, escogidos en función de su aplicación:

#### **Polietileno de Alta Densidad.**

PEAD es la resina más extendida para la fabricación de botellas. Este material es económico, resistente a los impactos y proporciona una buena barrera contra la humedad. PEAD es compatible con una gran variedad de productos que incluyen ácidos y cáusticos aunque no con solventes. PEAD es naturalmente traslúcido y flexible. La adición de color puede convertirlo en opaco, pero no en un material brillante. Si bien proporciona buena protección en temperaturas bajo el

nivel de congelación, no puede ser utilizado para productos por encima de 71.1 °C o para productos que necesitan un sellado hermético. (López, 2007).

#### **Polietileno de baja densidad.**

La composición del PEBD es similar al PEAD. Es menos rígido y, generalmente, menos resistente químicamente pero más traslúcido. También es significativamente más barato que el PEAD. PEBD se usa fundamentalmente, para bebidas. (López, 2007).

#### **Politereftalato de etileno.**

El politereftalato de etileno (PET) se usa habitualmente para bebidas carbonatadas y botellas de agua. PET proporciona propiedades barrera muy buenas para el alcohol y aceites esenciales, habitualmente buena resistencia química aunque acetona y cetonas atacan el PET– y una gran resistencia a la degradación por impacto y resistencia a la tensión. El proceso de orientación sirve para mejorar las propiedades de barrera contra gases y humedad y resistencia al impacto. Este material no proporciona resistencia a aplicaciones de altas temperaturas Max. Temp. 160 °F (71.1 °C). (López, 2007).

### **CAPITULO III: METODOLOGIA DE INVESTIGACION**

#### **3.1 TIPO DE INVESTIGACION**

El presente estudio reúne las condiciones metodológicas para un tipo, según su enfoque, de **INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA**, ya que en base a cantidades y estadísticas probaremos las diferentes hipótesis propuestas para la investigación en las unidades de adobe, así determinaremos resultados de nuestra investigación. (Sampieri, 2014).

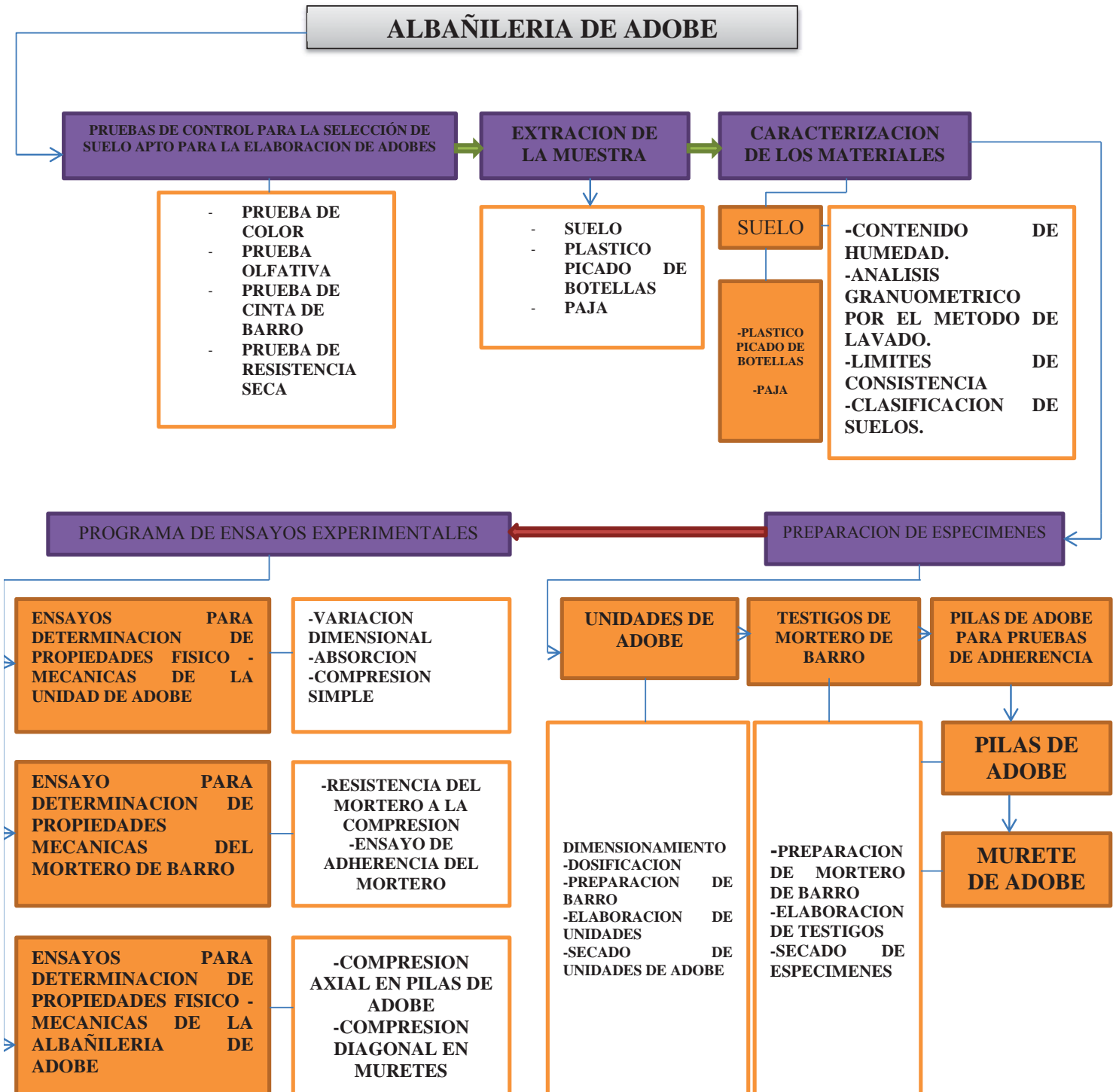
#### **3.2 NIVEL DE INVESTIGACION**

Según su enfoque sería **NIVEL DESCRIPTIVO – CORRELACIONAL**, debido a que recoge información de manera conjunta de todos y cada uno de las unidades de adobe tradicional y estabilizado con plástico picado de botellas, para encontrar una relación de varianza entre ellas. (Sampieri, 2014).

#### **3.3 DISEÑO DE INVESTIGACION**

Según (Sampieri, 2014) la investigación es **CUASI - EXPERIMENTAL** porque al momento de realizar ensayos a los materiales y unidades de adobe, se presentan agentes externos no cuantificables, tales como la humedad existente en la zona de ensayos, el ambiente, presión atmosférica, estado de los equipos utilizados para los ensayos, etc.

*Tabla 5. Esquema general de investigación*



Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.1. DESCRIPCIÓN Y TAMAÑO DE LA MUESTRA

Se ensayaron en total 210 muestras entre unidades de adobes, morteros de barro, muestras de albañilería de adobe (pilas y muretes de adobe tradicional con paja y con adición de botellas de plástico picado, adherencia).

Las dimensiones de pilas y muretes son de 25x12.5x8.5cm cuyas dimensiones están en el rango de la norma E.080. Se tomó en cuenta hacer 6 especímenes eligiendo 4 mejores muestras de las 6 ensayadas, la cantidad total de unidades de adobe utilizadas para realizar todos los ensayos programados es de 480 unidades de adobe.

A continuación, se detalla en una tabla las cantidades de unidades de adobe utilizados en todos los ensayos:

*Tabla 6. Tamaño muestra de las unidades de adobe a ensayar*

ENSAYOS	ESPECIMEN	DIMENSIONES DEL ESPECIMEN (cm)	N° DE MUESTRAS POR VARIABLE (%en relación con el peso seco de la muestra)						N° MUESTRAS TOTALES
			ADOBE TRADICIONAL SAN SEBASTIAN AL 2% PAJA	ADOBE TRADICIONAL SAN JERONIMOAL 2% PAJA	ADOBE CON ADICION AL 2% PAJA Y 3% PLASTICO PICADO	ADOBE CON ADICION AL 2% PAJA Y 5% PLASTICO PICADO	ADOBE CON ADICION AL 2% PAJA Y 7% PLASTICO PICADO		
VARIACION DIMENSIONAL	ADOBE	25x12.5x8.5	6	6	6	6	6	30	
ABSORCION	ADOBE	25x12.5x8.5	6	6	6	6	6	30	
RESISTENCIA A COMPRESION DE LA UNIDAD	ADOBE	25x12.5x8.5	6	6	6	6	6	30	
RESISTENCIA DEL MORTERO A COMPRESION	ADOBE	25x18.5x12.5	6	6	6	6	6	30	
ADHERENCIA DEL MORTERO	PROBETA	25x28.5 x12.5	6	6	6	6	6	30	
RESISTENCIA A LA COMPRESION EN PILAS	PILA	25x37x12.5	6	6	6	6	6	30	
RESISTENCIA A COMPRESION DIAGONAL	MURETE	37x37x12.5	6	6	6	6	6	30	
NUMERO TOTAL DE MUESTRAS EN UNIDADES DE ADOBE								210	

*Fuente: Elaboración Propia*

### **3.3.2. PRUEBAS DE CONTROL PARA LA SELECCIÓN DE SUELO APTO PARA LA ELABORACIÓN DE ADOBES**

#### ***3.3.2.1. Prueba del rollito***

Formar un rollito, con la mano, de aproximadamente 12 milímetros de diámetro, para luego formar con los dedos un rollito de 4 milímetros de espesor; se deja colgando el rollito en posición vertical hasta que alcance una determinada longitud; de 20 a 25 centímetros de deformación se considera que el suelo presenta gran cantidad de arcilla (Suelo arcilloso), si llega a cortarse de 0 a 10 centímetros de longitud, se considera que el suelo presenta poca cantidad de arcilla

#### ***3.3.2.1. Prueba de resistencia seca***

Formar 4 bolitas con tierra de la zona. Utilizar la tierra de la zona que se considera apropiada para emplearla como material de construcción y agregarle una mínima cantidad de agua para ser 4 bolitas. La cantidad de agua es la mínima necesaria para formar sobre las palmas de las manos cada una de las bolitas, sin que esta se deforme significativamente a simple vista, al secarse.

Dejar secar las 4 bolitas. Las 4 bolitas deben dejarse secar por 48 horas, asegurando que no se humedezcan o mojen por lluvias, derrames de agua, etc.

Presionar las 4 bolitas secas. Una vez transcurrido el tiempo de secado, se debe presionar fuertemente cada una de las bolitas con los dedos de la mano derecha (Pulgar e Índice).

En caso que luego de la prueba, se quiebre, rompa o agriete al menos una sola bolita se debe volver a formar 4 bolitas con la misma tierra

Si las bolitas se rompen no se debe considerar utilizar la tierra de dicha zona caso contrario dicha tierra es óptima para la realización de adobes

### **3.3.3. EXTRACCIÓN DE MUESTRA**

#### ***3.3.3.1 EL SUELO***

La tierra escogida para la investigación se sacó de las zonas de San Sebastián (Vía Expresa) y San Jerónimo (Zona de ladrilleras), por el siguiente:

Primeramente, por que dichas tierras cumplen con las pruebas de control para la selección de suelos, el fácil acceso a dichas zonas de extracción de suelo es favorable al momento de transporte y así se evita la rotura de los especímenes y también para realizar los ensayos en dicho laboratorio.

Para realizar estas actividades se hizo el uso de herramientas manuales y maquinaria tales como Pico, Pala, volquete, para almacenarla se colocó sobre calaminas para prevenir que la tierra extraída se combine con materias orgánicas e inorgánicas.

La extracción de tierra fue de 6 m<sup>3</sup> proveniente de San Jerónimo y 2 m<sup>3</sup> de San Sebastián.

#### ***3.3.3.2. PLÁSTICO PICADO DE BOTELLAS***

El plástico picado de botellas se obtuvo de la picadora de botellas que se encuentra en la ciudad de Urubamba. Para ello se tuvo que recolectar botellas de plástico y trasladar a la ciudad de Urubamba, luego se lavó cada botella y se cortó la boca y la base de cada botella para luego introducirlo a la máquina picadora.

Obtenido el plástico picado de botellas, se transportó al lugar donde se elaboraron las unidades de adobe (Pumaqchupan - Vista alegre, San Sebastián).

### **3.3.4 CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DE ADOBES**

#### ***3.3.4.1. SUELO***

El suelo tiene una composición y unas propiedades físicas que están sometidas al lugar de elección del suelo para la preparación de adobes, la elección se lleva a

cabo a base de ensayos tradicionales en campo. La composición del suelo contiene arena, arcilla y limo.

A continuación se detallara la composición y propiedades físicas del suelo:

#### A. CONTENIDO DE HUMEDAD

Es la relación manifiesta en porcentaje en referencia de una cantidad de peso del agua en una cantidad determinada de peso del suelo seco al horno. A continuación se detallará una fórmula para el cálculo del contenido de humedad

$$w = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

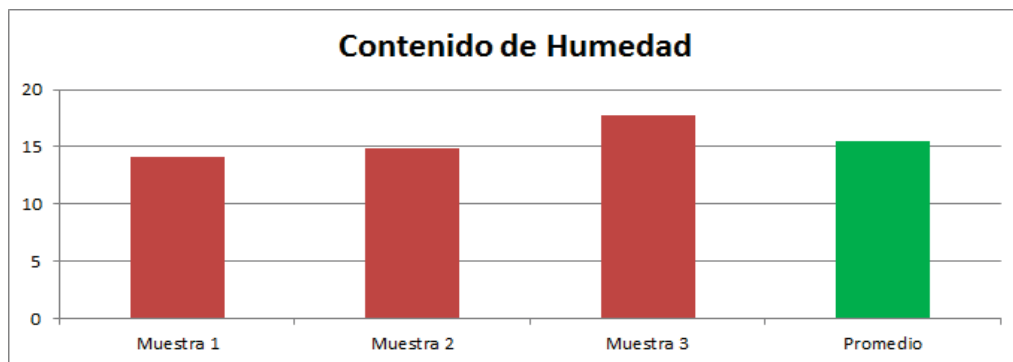
Dónde:

$w$  = Contenido de humedad (%)

Para la determinación del contenido de humedad se toma una porción de suelo húmedo y se cuartea. A continuación se registran los pesos de las capsulas, luego se registra peso, de la capsula más una porción de suelo húmedo para su posterior secado en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C, pasado 24 horas se registra el peso, de la capsula más la porción de suelo seco.

#### SUELO DE SAN JERONIMO

*Grafico 01. Contenido de humedad San Jerónimo*



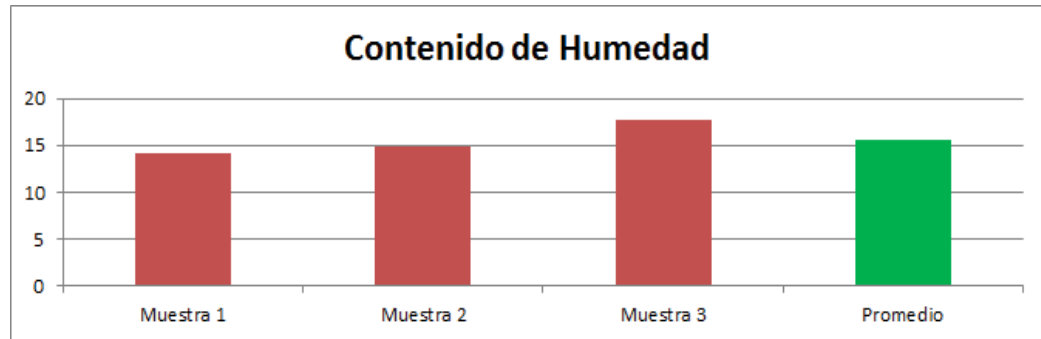
*Fuente: Elaboración Propia*



CONTENIDO DE AGUA PROMEDIO = 20.65 %

**SUELO DE SAN SEBASTIAN**

*Grafico02 Contenido de humedad San Sebastián*



CONTENIDO DE AGUA PROMEDIO = 15.54%

*Fuente: Elaboración Propia*

**B. ANALISIS GRANULOMETRICO POR MÉTODO DE LAVADO**

Este método sirve para calcular la granulometría del suelo, previamente lavado en la malla N°200, para luego expresarla en porcentajes.

**a. Método de ensayo**

Se utiliza una cantidad de muestra de suelo previamente cuarteado, luego se realiza el lavado con agua en la malla N°200, una vez que el agua que pasa por la malla N°200 es transparente, el suelo lavado se coloca en un recipiente y se registra su peso para posteriormente ser colocado en el horno durante 24 horas y se continua con el tamizado con los tamices Nro.3/8”, Nro.4, Nro.10, Nro.20, Nro.40, Nro. 60, Nro.100, Nro.200.



(a)



(b)

*Figura 16 a. Cuarteo de la muestra  
Figura 16 b. Lavado de la muestra por la malla N°200  
Fuente : Elaboración propia*



(a)



(b)

*Figura 17 a. tamizado por la malla 3/8  
Figura 17 b. Granulometria de la muestra  
Fuente : Elaboración propia*

**b. Análisis granulométrico de la muestra de suelo.**

El porcentaje de arcilla, limo, arena que debe contener el adobe está en el rango de 10% a 20%, 15% a 25% y 55% a 75% respectivamente, si el suelo no está dentro de los rangos indicados, se realizara las correcciones respectivas.

### **C. LÍMITES DE CONSISTENCIA O ATTERBERG (LÍMITE LIQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO)**

Los límites de consistencia que vamos a estudiar son los, Límite Líquido y Límite plástico que a continuación detallaremos:

#### **a. LÍMITE LIQUIDO (LL)**

Es la cantidad de agua que se expresa mediante porcentajes en referencia a una determinada cantidad de suelo seco.

Es la cantidad de agua precisa para un determinado suelo, la masa mezclada de suelo con agua se ubicara dentro del equipo de Casagrande (cuchara de Casagrande), luego se hará la ranura respectiva, dicha ranura tendrá un cierre después de dejar caer 25 veces la cuchara de Casagrande a partir de 10 milímetros de altura.

Cabe mencionar que el ensayo culminara una vez que el surco se cierre en una longitud de 13 milímetros.

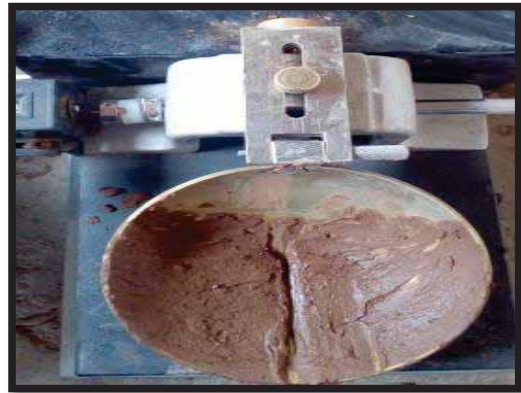
**EQUIPOS:**



*Figura 18. Cuchara de casagrande  
Fuente: Elaboracion Propia*



*(a)*



*(b)*

*Figura 19 a. Muestra antes de la prueba  
Figura 19 b. Muestra después de la prueba – 25 golpes  
Fuente: Elaboración Propia*

- ✓ Aparato del límite líquido (o de Casagrande).
- ✓ Acanalador
- ✓ Capsulas de bronce
- ✓ Balanza electrónica
- ✓ Estufa Termostáticamente controlado y que pueda conservar temperaturas de  $110\pm 5^{\circ}\text{C}$  para secar la muestra.

**b. LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD (Lp, IP)**

El limite plástico se determina formando rollitos cilíndricos de suelo de tres milímetros aproximadamente. Los rollitos de suelo se realizan encima de una placa de vidrio, una vez que los enrollados lleguen a los tres milímetros aproximadamente se presionan los rollitos y se doblan, se vuelve a enrollar hasta que suceda el fisuramiento.

$$\text{INDICE DE PLASTICIDAD} = \text{LIMITE LIQUIDO} - \text{LIMITE PLASTICO}$$



(a)



(b)

*Figura 20 a. Enrollado de la muestra*

*Figura 20 b. Partes del enrollado.*

*Fuente: Elaboración Propia*



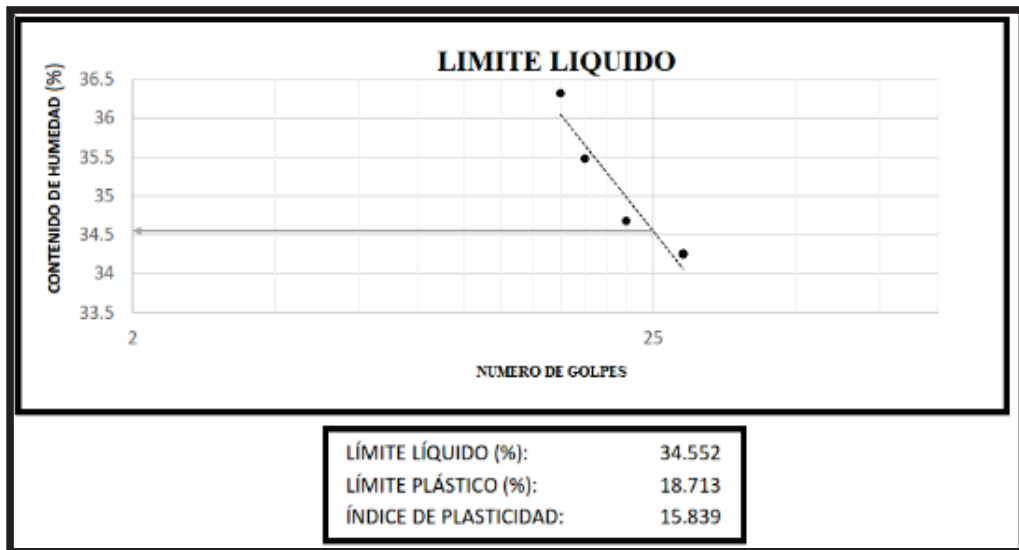
*Figura 21. Partes del enrollado que se pesarán y serán llevadas al horno  
Fuente: Elaboración Propia*

## EQUIPOS

- ✓ Espátula, de hoja flexible, de unos 75 a 100 mm (3" – 4") de longitud por 20 mm (3/4") de ancho.
- ✓ Recipiente para Almacenaje, de porcelana o similar, de 115 mm (4 ½") de diámetro.
- ✓ Balanza, con aproximación a 0,01 g.
- ✓ Horno o Estufa, termostáticamente controlado regulable a  $110 \pm 5$  °C.
- ✓ Tamiz, de 426  $\mu\text{m}$  (N° 40).
- ✓ Agua destilada.
- ✓ Capsulas de bronce
- ✓ Superficie de rodadura. Comúnmente se utiliza un vidrio grueso esmerilado.

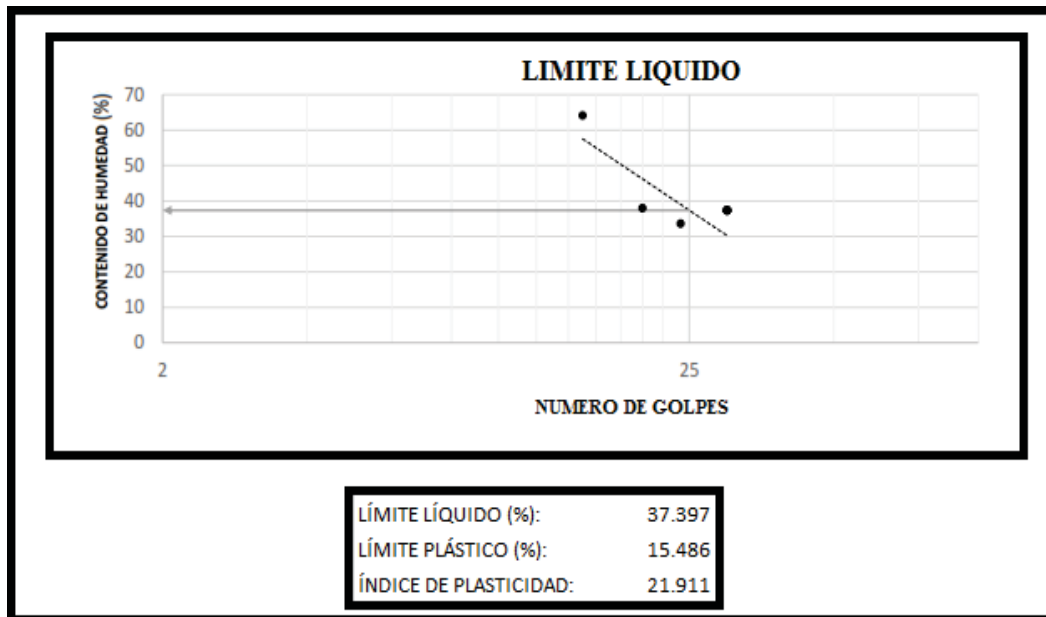


**a. LIMITES DE ATTERBEG DEL SUELO DE SAN JERONIMO**



*Figura 22. Gráfico de límite líquido.  
Fuente: Elaboración propia*

**b. LIMITES DE ATTERBEG DEL SUELO DE SAN SEBASTIAN**



*Figura 23. Gráfico de límite plástico.  
Fuente: Elaboración propia*

**D. CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS (SUCS)**

Los suelos con propiedades similares se clasifican en grupos y subgrupos basados en su comportamiento ingenieril. Los sistemas de clasificación proporcionan un lenguaje común para expresar en forma concisa las características generales de suelos, que son infinitamente variadas sin una descripción detallada. Actualmente, 2 sistemas de clasificación que usan la distribución por tamaño de grano y plasticidad de los suelos son usados comúnmente por los ingenieros de suelos. Estos son el sistema de clasificación AASHTO y el Sistema unificado de clasificación de suelos. El sistema AASHTO lo usan principalmente los departamentos de caminos estatales y de condados, mientras los ingenieros geotécnicos usualmente prefieren el sistema unificado.



**"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE ADOBE  
CON ADICIÓN DE BOTELLAS DE PLÁSTICO PICADO EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2018"**

*Tabla 7. Sistema de clasificación de suelos unificados*

<b>SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADO "U.S.C.S."</b>						
<b>DIVISIONES PRINCIPALES</b>			<b>Símbolos del grupo</b>	<b>NOMBRES TÍPICOS</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO</b>	
<b>SUELOS DE GRANO GRUESO</b> Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	<b>GRAVAS</b> Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	<b>Gravas limpias</b> (sin o con pocos finos)	<b>GW</b>	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5% ->GW,GP,SW,SP. >12% ->GM,GC,SM,SC. 5 al 12% ->casos límite que requieren usar doble símbolo.	
			<b>GP</b>	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.		
		<b>Gravas con finos</b> (apreciable cantidad de finos)	<b>GM</b>	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.		
			<b>GC</b>	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.		
	<b>ARENAS</b> Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)	<b>Arenas limpias</b> (pocos o sin finos)	<b>SW</b>	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		$Cu = D_{60}/D_{10} > 4$ $Cc = (D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3
			<b>SP</b>	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.
		<b>Arenas con finos</b> (apreciable cantidad de finos)	<b>SM</b>	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$ . Encima de línea A con $IP$ entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.
			<b>SC</b>	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.		Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$ .
						$Cu = D_{60}/D_{10} > 6$ $Cc = (D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3
						Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.
<b>SUELOS DE GRANO FINO</b> Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	<b>Limos y arcillas:</b> Límite líquido menor de 50	<b>ML</b>	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad.	Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$ . Los límites situados en la zona rayada con $IP$ entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan		
		<b>CL</b>	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.			
		<b>OL</b>	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.			
	<b>Limos y arcillas:</b> Límite líquido mayor de 50	<b>MH</b>	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.			
		<b>CH</b>	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.			
		<b>OH</b>	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.			
		<b>PT</b>	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.			
<b>Suelos muy orgánicos</b>						

Fuente: UNAM, 2005

*Tabla 8. Sistema de clasificación de suelos AASHTO*

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO											
Clasificación	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz Nº 200)							Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz Nº 200)			
Grupo:	A-1		A-3	A-2-4				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				
Porcentaje que pasa: Nº 10 (2mm) Nº 40 (0,425mm) Nº 200 (0,075mm)	50 máx 30 máx 15 máx	- 50 máx 25 máx	- 51 mín 10 máx	- - 35 máx				- - 36 mín			
Características de la fracción que pasa por el tamiz Nº 40											
Límite líquido	-		-	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín (2)
Índice de plasticidad	6 máx		NP (1)	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Constituyentes principales	Fracmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Características como subgrado	Excelente a bueno							Pobre a malo			
(1):	No plástico										
(2):	El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor al LL menos 30 El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL menos 30										

*Fuente: UNAM, 2005*

Con el conocimiento de la granulometría, índice de plasticidad, límite líquido se procede a la determinación del tipo de suelo según el SUCS se concluye que nuestro suelo:

- Para el suelo extraído de **San Jerónimo** según SUCS se concluye que nuestro suelo es Arena mal graduada SP y correlacionando este resultado con AASHTO corresponde a A-2-6 Grava y arena arcillosa o limosa.
- Para el suelo extraído de **San Sebastián** según SUCS se concluye que nuestro suelo es Arena mal graduada SP y correlacionando este resultado con AASHTO corresponde a A-2-6 Grava y arena arcillosa o limosa.

### **3.3.5. PREPARACION DE ADOBE TRADICIONAL Y ESTABILIZADO**

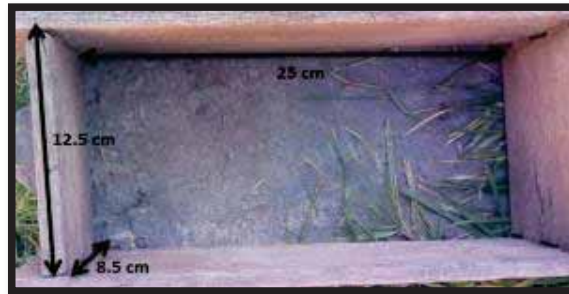
Para preparar especímenes se sigue procesos para controlar los ensayos y obtener los resultados de dichos ensayos.

#### **3.3.5.1 UNIDAD DE ADOBE TRADICIONAL Y ESTABILIZADO**

A continuación, se menciona cada uno de los pasos para la obtención de adobes:

### A. DIMENSION DE LA UNIDAD DE ADOBE TRADICIONAL Y ESTABILIZADO

La dimensión de adobe se toma en referencia a la norma E.080. Que considera que el ancho del adobe es aproximadamente la mitad del largo de dicho adobe, además la altura del adobe debe estar en el rango de 8 centímetros a 12 centímetros. Nuestra unidad de adobe tanto tradicional como estabilizado tiene una altura de 8.5 centímetros, un ancho de 12.5 centímetros y un largo de 25 centímetros respectivamente.



*Figura 24. Medidas de nuestra unidad de adobe.  
Fuente: Elaboración Propia*

Además se realizó la selección de las dimensiones del plástico picado de botellas haciendo pasar por la malla N°4, y la dimensión de la paja es de 7 cm, estas dimensiones son favorables al momento del mezclado de la masa de barro.

### B. Dosificación para la obtención del adobe

La dosificación se realizó en base a la cantidad total para cada tipo de muestra de adobe. Para ello se realizó el peso seco de un adobe luego se multiplicó por 120 para obtener la cantidad total de suelo seco y además con esa cantidad se dosifica al 2% en peso con paja para los adobes tradicionales y para el adobe estabilizado, se aumenta plástico picado de botellas al 3%, 5% y 7% en peso.



(a)



(b)

*Figura 25a. Cortado de paja a 7cm.*

*Figura 25b. Dosificación de paja de 7cm y plástico picado de botellas.*

*Fuente: Elaboración Propia*

### **C. Preparado de barro para la obtención del adobe.**

El preparado de barro para la obtención del adobe se realiza teniendo disponibles los materiales y las cantidades ya calculadas. La preparación se realiza en una superficie nivelada libre de material orgánico e inorgánico, primeramente, se coloca la cantidad ya calculada de suelo seco y se mezcla con agua, paja para el adobe tradicional y además se adiciona plástico picado de botellas para adobes estabilizados, el mezclado se realiza removiendo la masa de barro con ayuda de palas y pisando con los pies hasta obtener una mezcla uniforme y se deja dormir la mezcla ya uniforme por un lapso de 1 día o 2 días.



(a)



(b)



(c)

*Figura 26 a. Adición de agua en la masa de tierra*

*Figura 26 b. Mezclado de tierra, paja y agua.*

*Figura 26 c. Dormido de la masa de barro*

*Fuente: Elaboración Propia*

#### **D. Producción de unidades de adobe**

Habiendo dejado dormir a la mezcla de barro se comienza a producir adobes:

1. Se coge una porción de masa de barro y se coloca en el molde de adobe previamente humedeciendo sus caras interiores.
2. Se compacta con las manos y los pies la porción de masa de barro colocada en el molde para evitar los espacios vacíos dentro del adobe y el molde.
3. Se nivela con las manos la cara superior de la masa barro que se encuentra en molde.
4. Se retira cuidadosamente el molde de adobe cuyas dimensiones son de 25 cm x 12.5 cm x 8.5 cm



*Figura 27 a. Mojado de los moldes de adobe*



*Figura 27 b. Masa de barro para elaboración de adobes*



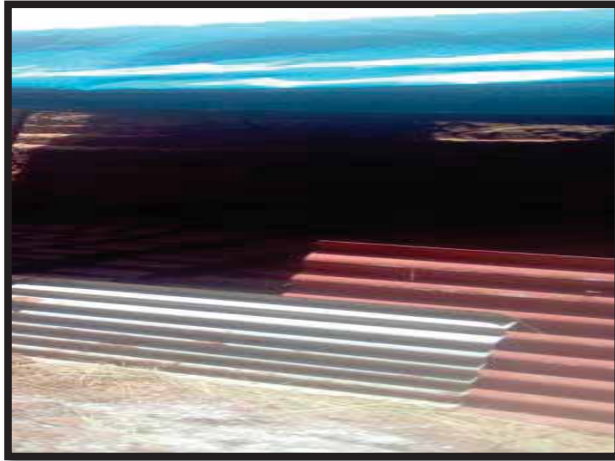
*Figura 27 c. Elaboración de adobes*

*Fuente: Elaboración Propia*

#### **E. Secado de adobes.**

El secado de adobes se realizó encima de una superficie nivelada y limpia de material orgánico e inorgánico y el periodo de secado fue de 48 días aproximadamente y cumple con lo señalado en la Norma E.080, el proceso de secado se hizo tomando medidas de seguridad para la protección, contra el sol para evitar la deshidratación de las unidades, las lluvias y vientos, para lo cual se construyó un ambiente de sombra destinado a protección de las unidades de adobe según lo que indica la norma E.080, ya que los fenómenos climáticos perjudicarían la calidad y el correcto secado de las unidades de adobe.





(a)



(b)

*Figura 28a. Secado de unidades de adobe estabilizado al 5% de plástico picado de botellas*

*Figura 28b. Secado de unidades de adobe estabilizado al 7% de plástico picado de botellas*

*Fuente: Elaboración Propia*

### **3.3.5.2 Cubos para el ensayo de resistencia a compresión del mortero**

Para realizar la prueba de resistencia a compresión de mortero se tuvo que disponer espécimen cúbico de 5x5x5 cm. Se prepararon un total de 30 especímenes, agrupados en 6 especímenes para abarcar los 5 tipos de mortero de barro a determinar.



*Figura 29. Ensayo de resistencia a compresión del mortero.*

*Fuente: Elaboración Propia*

### **3.3.5.3 Ensayo de adherencia con 3 unidades de adobe.**

El ensayo de adherencia en el mortero se realiza disponiendo de 3 unidades de adobe unidos con el mortero a experimentar. Las unidades de adobe serán construidas tal como se muestra en la Figura 30 a y Figura 30b, las juntas tendrán un espesor de 1.5 centímetros. Se dispondrán de 30 muestras de 3 unidades de adobe para cada tipo (mortero tradicional de San Sebastián, mortero tradicional de San Jerónimo, mortero con tierra de san jerónimo estabilizado al 3% de plástico picado de botellas, mortero con tierra de san jerónimo estabilizado al 5% de plástico picado de botellas, mortero con tierra de san jerónimo estabilizado al 7% de plástico picado de botellas) y estarán sometidas a carga axial, hasta que el mortero falle.



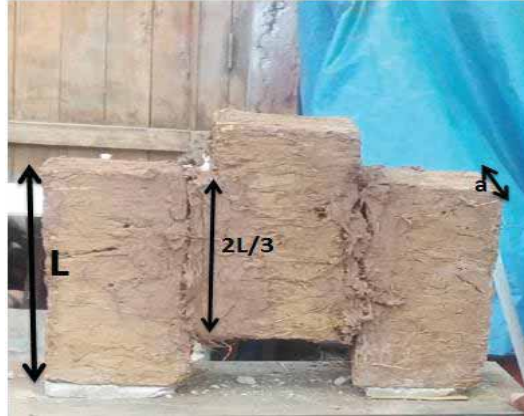
(a)



(b)

*Figura 30a. Secado de la probeta de 3 piezas de adobe*  
*Figura 30b. Probeta de 3 piezas antes del ensayo de adherencia*  
*Fuente: Elaboración Propia*





*Figura 31*

*Figura 31. Dimensiones 3 unidades de adobe para el ensayo de adherencia.*

#### **3.3.5.4 Ensayo de Pilas de adobe.**

Basándonos en la norma E.080 se prepararon pilas de adobe. Para ello se construyó 6 pilas para los 5 tipos (adobe tradicional de San Sebastián, adobe tradicional de San Jerónimo, adobe con tierra de san jerónimo estabilizado al 3% de plástico picado de botellas, adobe con tierra de san jerónimo estabilizado al 5% de plástico picado de botellas, Adobe con tierra de san jerónimo estabilizado al 7% de plástico picado de botellas) haciendo un total de 30 pilas, con dimensiones 25 x 12.5 x 37 cm. Se tomó 4 unidades de adobes y se asentaron con juntas de mortero de 1.5 cm de espesor según la norma E.080, la verticalidad de cada pila se controló con nivel y plomada. Se colocó mortero de cemento en la parte superior de cada pila para distribuir de mejor manera la fuerza aplicada en los ensayos correspondientes y se aplicó mortero de yeso en las caras de cada pila para identificar con claridad las fallas, finalmente se dejó secar por un mes cada pila.



(a)



(b)



(c)

*Figura 32a. Nivelación con plomada de pila de adobe*

*Figura 32b. Control de la altura de la pila de adobe*

*Figura 32c. Pila terminada con cemento y yeso en la cara de la pila.*

*Fuente: Elaboración Propia*

### **3.3.5.5 Ensayo de Murete de adobe**

Basándonos en la norma E.080 se prepararon muretes de adobe. Para ello se construyó 6 muretes para los 5 tipos (adobe tradicional de San Sebastián, adobe tradicional de San Jerónimo, adobe con tierra de san jerónimo estabilizado al 3% de plástico picado de botellas, adobe con tierra de san jerónimo estabilizado al 5% de plástico picado de botellas, adobe con tierra de san jerónimo estabilizado al 7%

de plástico picado de botellas) haciendo un total de 30 muretes, con dimensiones 37 x 37 x 12.5 cm. Las unidades de adobes se asentaron con juntas (horizontal y vertical) de mortero de 1.5 cm de espesor según la norma E.080, la verticalidad de cada murete se controló con nivel y plomada. Se colocó mortero de cemento en 2 esquinas de cada murete para distribuir de mejor manera la fuerza aplicada en los ensayos y se aplicó mortero de yeso las caras de cada murete para identificar con claridad las fallas, finalmente se dejó secar por un mes cada murete.



(a)



(b)



(c)

*Figura 33a. Colocación de adobes para elaborar murete.*

*Figura 33b. Colocación de mortero para elaborar murete*

*Figura 33c. Secado del murete terminado*

*Fuente: Elaboración Propia*

### 3.3.6. PROCEDIMIENTO DE ENSAYOS EXPERIMENTALES.

#### 3.3.6.1. Variabilidad de las dimensiones.

- Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de adobe, se sigue el siguiente procedimiento:
- Se mide con wincha las dimensiones (largo, ancho y altura) de las unidades adobe en las caras superior inferior, y caras laterales y se registran las dimensiones.
- Se repite el procedimiento antes señalado para todas las unidades de adobe (adobe tradicional de San Sebastián, adobe tradicional de San Jerónimo, adobe con tierra de san jerónimo estabilizado al 3% de plástico picado de botellas, adobe con tierra de san jerónimo estabilizado al 5% de plástico picado de botellas, adobe con tierra de san jerónimo estabilizado al 7% de plástico picado de botellas) a ensayar.

#### ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL



(a)





(b)



(c)

*Figura 34a. Medición del ancho de la unidad de adobe.*

*Figura 34b. Medición del largo de la unidad de adobe.*

*Figura 34c. Medición de altura de la unidad de adobe*

*Fuente: Elaboración Propia*

Formula de la variabilidad dimensional:

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

Dónde:

%V = Variación Dimensional expresada en porcentaje.

DN= Dimensión Nominal expresada en porcentaje.

DP= Dimensión Promedio expresada en porcentaje.

### ***3.3.6.2. Ensayo de absorción***

- Para el ensayo de absorción se hizo uso de balanza electrónica, agua, recipientes, cronometro. Las unidades de adobe a experimentar fueron escogidas al azar, cuya cantidad de unidades para cada tipo (adobe tradicional de San Sebastián, adobe tradicional de San Jerónimo, adobe con tierra de san jerónimo estabilizado al 3% de plástico picado de botellas, adobe con tierra de san jerónimo estabilizado al 5%

de plástico picado de botellas, adobe con tierra de san jerónimo estabilizado al 7% de plástico picado de botellas) es de 6, haciendo un total de 30 unidades ensayadas.

- El ensayo de absorción se realiza, pesando las unidades de adobe y registrando su peso seco, luego se sumergen las unidades de adobe, escogidas al azar, en agua durante un periodo de media hora, pasada la media hora se retira el adobe húmedo y se registra su peso, el mismo procedimiento se aplica para cada tipo.

### ENSAYO DE ABSORCIÓN



(a)



(b)

*Figura 35a. Unidades de adobe sumergido en agua*

*Figura 35b. Unidades de adobe sumergido en agua después a los 30 minutos*

*Fuente: Elaboración Propia*

Formula de la Absorción:

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

Dónde:

W<sub>d</sub>= Peso seco de la unidades de adobe, expresado en porcentaje.

W<sub>s</sub>= Peso húmedo de la unidad de adobe, luego de estar sumergida aproximadamente media hora.

#### **3.3.6.3. Resistencia de la unidad de adobe a compresión**

- ✓ Los ensayos de resistencia a la compresión de las unidades se realizaron en el laboratorio Geotest. Dicho ensayo se realiza con la finalidad de determinar la resistencia a compresión de las unidades de adobe para cada tipo (adobe tradicional de San Sebastián, adobe tradicional de San Jerónimo, adobe con tierra

de san jerónimo estabilizado al 3% de plástico picado de botellas, adobe con tierra de san jerónimo estabilizado al 5% de plástico picado de botellas, adobe con tierra de san jerónimo estabilizado al 7% de plástico picado de botellas) que hacen un total de 30 unidades de adobe ensayados.

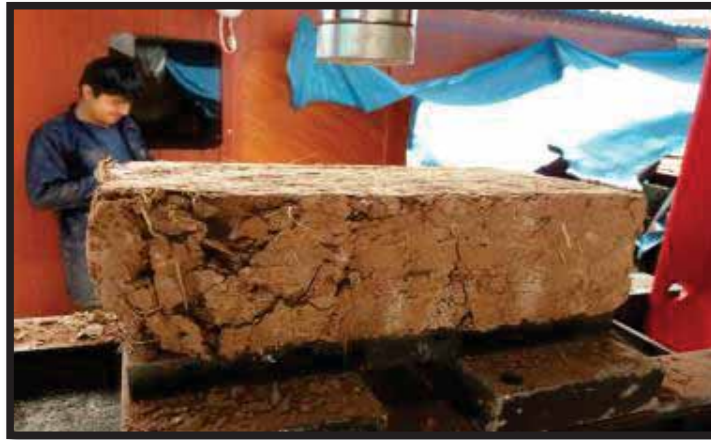
#### **MÉTODO PARA REALIZAR EL ENSAYO DE RESISTENCIA DE LA UNIDAD DE ADOBE A COMPRESIÓN:**

- ✓ Se toma al azar una unidad de adobe, y se coloca en la maquina compresora.
- ✓ Las caras superior e inferior del adobe deben estar niveladas, en ambas caras se colocan placas de acero para uniformizar la distribución de carga y para obtener mejores resultados.
- ✓ Se aplica la carga a compresión a una velocidad constante y se registra la carga de rotura donde el adobe falla.
- ✓ Se repite el procedimiento antes señalado para calcular la resistencia a compresión de todas las unidades de adobe (adobe tradicional de San Sebastián, adobe tradicional de San Jerónimo, adobe con tierra de san jerónimo estabilizado al 3% de plástico picado de botellas, adobe con tierra de san jerónimo estabilizado al 5% de plástico picado de botellas, adobe con tierra de san jerónimo estabilizado al 7% de plástico picado de botellas) a ensayar.

#### **ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD**



(a)



(b)

*Figura 36a. Unidad de albañilería de adobe sometida a carga*

*Figura 36b. Unidad de albañilería de adobe después de ser sometido a carga*

*Fuente: Elaboración Propia*

Fórmula de la resistencia de la unidad de adobe a compresión:

$$f_o = \frac{P_{max}}{A}$$

Dónde:

$f_o$  = Resistencia de la unidad de adobe por compresión ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ).

$P_{max}$  = Carga de rotura, en el instante en que el adobe falla. (kg)

A = Área de la superficie en contacto ( $\text{cm}^2$ )

#### **3.3.6.4. Resistencia del mortero por compresión**

- ✓ Los ensayos de resistencia del mortero por compresión se realizaron en el laboratorio Geotest. Dicho ensayo se realiza con la finalidad de determinar la resistencia del mortero por compresión para cada tipo de mezcla (mortero tradicional de San Sebastián, mortero tradicional de San Jerónimo, mortero con tierra de san jerónimo estabilizado al 3% de plástico picado de botellas, mortero con tierra de san jerónimo estabilizado al 5% de plástico picado de botellas, mortero con tierra de san jerónimo estabilizado al 7% de plástico picado de botellas) que hacen un total de 30 cubos de mortero ensayados.



### **MÉTODO PARA REALIZAR EL ENSAYO DE RESISTENCIA DE MORTERO POR COMPRESION:**

- ✓ Se toma al azar un cubo de mortero y se coloca en la maquina compresora.
- ✓ Las caras superior e inferior del cubo de mortero deben estar niveladas, en ambas caras se colocan placas de acero para uniformizar la distribución de carga y para obtener mejores resultados.
- ✓ Se aplica la carga a compresión a una velocidad constante y se registra la carga de rotura donde el cubo de mortero falla.
- ✓ Se repite el procedimiento antes señalado para calcular la resistencia a compresión del mortero por cada tipo de mezcla (mortero tradicional de San Sebastián, mortero tradicional de San Jerónimo, mortero con tierra de san jerónimo estabilizado al 3% de plástico picado de botellas, mortero con tierra de san jerónimo estabilizado al 5% de plástico picado de botellas, mortero con tierra de san jerónimo estabilizado al 7% de plástico picado de botellas) que hacen un total de 30 cubos de mortero ensayados.

#### **ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL MORTERO**



(a)



(b)

*Figura 37a. Cubo de mortero antes de ser sometida a carga.  
Figura 37b. Cubo de mortero después del ensayo a compresión.  
Fuente: Elaboración Propia*

Fórmula para calcular resistencia de mortero por compresión:

$$f_o = \frac{P_{max}}{A}$$

Dónde:

$f_o$  = Resistencia de mortero por compresión (kg/cm<sup>2</sup>).

$P_{max}$  = Carga de rotura, en el instante que el cubo de mortero falla (kg)

A = Área de la superficie del cubo en contacto (cm<sup>2</sup>)

### 3.3.6.5. Resistencia de la adherencia de mortero

- ✓ Los ensayos de resistencia a la adherencia de mortero se realizaron en el laboratorio Geotest. Dicho ensayo se realiza con la finalidad de determinar la resistencia a la adherencia de mortero, para cada tipo de mezcla (mortero tradicional de San Sebastián, mortero tradicional de San Jerónimo, mortero con tierra de san jerónimo estabilizado al 3% de plástico picado de botellas, mortero con tierra de san jerónimo estabilizado al 5% de plástico picado de botellas, mortero con tierra de san jerónimo estabilizado al 7% de plástico picado de botellas) que hacen un total de 30 muestras ensayados.

#### **MÉTODO PARA REALIZAR EL ENSAYO DE RESISTENCIA DE LA ADHERENCIA DE MORTERO:**

- ✓ Se toma al azar una muestra de 3 unidades de adobe y se coloca en la máquina compresora.
- ✓ La cara superior del adobe central de la muestra debe estar en contacto con la carga aplicada verticalmente, se deberá colocar una placa de acero para uniformizar la distribución de carga, y las caras inferiores laterales izquierdo y derecho deben estar apoyadas deben estar niveladas.
- ✓ Se aplica la carga a compresión vertical sobre la unidad de adobe central a una velocidad constante y se registra la carga última en el momento en que las unidades laterales izquierda y derecha se despegan de la unidad de adobe central.
- ✓ Se repite el procedimiento antes señalado para calcular resistencia de la adherencia de mortero por cada tipo de mezcla (mortero tradicional de San

Sebastián, mortero tradicional de San Jerónimo, mortero con tierra de san jerónimo estabilizado al 3% de plástico picado de botellas, mortero con tierra de san jerónimo estabilizado al 5% de plástico picado de botellas, mortero con tierra de san jerónimo estabilizado al 7% de plástico picado de botellas) que hacen un total de 30 muestras de 3 unidades de adobes ensayados.

### **ENSAYO DE RESISTENCIA DE LA ADHERENCIA DE MORTERO**



(a)



(b)



(c)

*Figura 38a. Probeta de 3 piezas antes del ensayo de adherencia  
Figura 38b. Probeta de 3 piezas durante el ensayo de adherencia  
Figura 38c. Probeta de 3 piezas después del ensayo de adherencia  
Fuente: Elaboración Propia*

Fórmula para calcular la resistencia de la adherencia de mortero:

$$f_{Adh} = \frac{3P_{max}}{4aL}$$

Dónde:

$f_{adh}$  = Resistencia de la adherencia de mortero ( $\text{kg/cm}^2$ )

$P_{max}$  = Carga última en el momento en que las unidades laterales izquierda y derecha se despegan de la unidad de adobe central (kg)

L = Largo de la muestra ( $\text{cm}^2$ )

A = Ancho de la muestra ( $\text{cm}^2$ )

### **3.3.6.6 Ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas de adobe tradicional y estabilizado**

- ✓ Los ensayos de resistencia a la compresión axial en pilas de adobes se realizaron en el laboratorio Geotest. Dicho ensayo se realiza con la finalidad de determinar resistencia a la compresión axial, las deformaciones verticales y el módulo de elasticidad en pilas de adobes para cada tipo de mezcla (pila de adobe tradicional de San Sebastián, pila de adobe tradicional de San Jerónimo, pila de adobe con tierra de San Jerónimo estabilizado al 3% de plástico picado de botellas, pila de adobe con tierra de San Jerónimo estabilizado al 5% de plástico picado de botellas, pila de adobe con tierra de San Jerónimo estabilizado al 7% de plástico picado de botellas) que hacen un total de 30 pilas de adobe ensayados.

### **MÉTODO PARA REALIZAR EL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL EN PILAS DE ADOBES:**

- ✓ Se pusieron tacos de madera en la parte central de la cara de la pila a  $1/3$  y  $3/4$  con referencia al a base de la pila, cuya distancia vertical de taco a taco es de 25 centímetros.
- ✓ Se toma al azar una pila de adobe y se coloca en la máquina compresora.
- ✓ La cara superior de la pila de adobe debe estar en contacto con la carga aplicada verticalmente, se deberá poner una placa de acero para uniformizar la distribución de carga, y la cara inferior de la pila debe estar apoyada sobre una placa de acero horizontal.
- ✓ Se sitúan los diales de deformación sobre los tacos de madera.

- ✓ Se aplica la carga a compresión vertical sobre la pila de adobe a una velocidad constante y se registra las deformaciones calculadas por los diales de deformación, las cargas aplicadas y la carga última en el momento en que la pila falla
- ✓ Se repite el procedimiento antes señalado para calcular resistencia a la compresión axial en pilas de adobes por cada tipo de mezcla (pila de adobe tradicional de San Sebastián, pila de adobe tradicional de San Jerónimo, pila de adobe con tierra de san jerónimo estabilizado al 3% de plástico picado de botellas, pila de adobe con tierra de san jerónimo estabilizado al 5% de plástico picado de botellas, pila de adobe con tierra de san jerónimo estabilizado al 7% de plástico picado de botellas) que hacen un total de 30 pilas de adobes ensayados.

### **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL EN PILAS DE ADOBES**



(a)



(b)





(c)



(d)

- Figura 39a. Pila antes del ensayo a compresión axial*  
*Figura 39b. Calibración del dial antes del ensayo de compresión axial*  
*Figura 39c. Marco metálico fijo, diales colocados en los tacos de madera lista para el ensayo a compresión axial*  
*Figura 39c. Falla en la pila después del ensayo a compresión axial.*  
*Fuente: Elaboración Propia*

Fórmula para calcular resistencia a la compresión axial en pilas de adobes:

$$f_m = \frac{P_{max}}{A}$$

Dónde:

$f_m$  = Resistencia de la pila de adobe a compresión axial (kg/cm<sup>2</sup>).

$P_{max}$  = Carga de rotura, en el instante que la pila de adobe falla (kg).

$A$  = Área de la superficie de la pila de adobe en contacto (cm<sup>2</sup>)

### **CALCULO DEL MÓDULO DE YOUNG O MÓDULO ELÁSTICO EN PILAS DE ADOBE TRADICIONAL Y ESTABILIZADO**

El caculo del módulo de Young o módulo de elasticidad de las pilas de adobe a ensayar es una medida que indica el comportamiento elástico que tienen las pilas de adobe tradicional y estabilizado. Este parámetro se halla registrando las deformaciones que la carga axial produce en los tacos de madera.

El módulo de elasticidad se define como la relación de la carga a compresión axial aplicada a la pila de adobe y la deformación unitaria obtenida registrando las deformaciones calculadas por los diales de deformación.

La fórmula del módulo de elasticidad o módulo de Young está expresada de la siguiente forma:

$$E_m = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}$$

Donde:

$E_m$  = Módulo de Young o módulo de elasticidad

$\Delta\sigma$  = Esfuerzo a compresión axial aplicada a la pila de adobe

- ✓ Se calcula dividiendo la carga aplicada a la pila de adobes entre su área de contacto.

$\Delta\varepsilon$  = deformación unitaria obtenida registrando las deformaciones calculadas por los diales de deformación.

- ✓ Se calcula dividiendo la deformación de la pila cuando se aplica la carga y la longitud de separación de los tacos de madera, para lo cual los diales de deformación registran el desplazamiento de los tacos de madera.

### **3.3.6.7 Ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes de adobe tradicional y estabilizado**

- ✓ Los ensayos de resistencia a la compresión diagonal en muretes de adobes se realizaron en el laboratorio Geotest. Dicho ensayo se realiza con la finalidad de determinar resistencia a la compresión diagonal en muretes de adobes, las deformaciones verticales y horizontales y el módulo de corte para cada tipo (murete de adobe tradicional de San Sebastián, murete con adobe tradicional de San Jerónimo, murete de adobe con tierra de san jerónimo estabilizado al 3% de plástico picado de botellas, murete de adobe con tierra de san jerónimo estabilizado al 5% de plástico picado de botellas, murete de adobe con tierra de san jerónimo estabilizado al 7% de plástico picado de botellas) que hacen un total de 30 muertes de adobe ensayados.

### **MÉTODO PARA REALIZAR EL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES DE ADOBE TRADICIONAL Y ESTABILIZADO:**

- ✓ Se pusieron 4 tacos de madera en los ejes diagonales del murete de modo que la distancia entre 2 tacos del mismo eje es de 20 cm.
- ✓ Se toma al azar un murete de adobe y se coloca en la máquina compresora.
- ✓ Las esquinas del murete, superior e inferior deberán ir apoyadas sobre soportes metálicos, la esquina superior debe estar en contacto con la carga aplicada verticalmente y el soporte de la esquina inferior del murete debe estar apoyada en una placa de acero horizontal.
- ✓ Se sitúan los diales de deformación sobre los tacos de madera en los ejes diagonales.
- ✓ Se aplica la carga a compresión vertical sobre el soporte de la esquina del murete de adobe a una velocidad constante y se registra las deformaciones calculadas por los diales de deformación (horizontal y vertical), las cargas aplicadas y la carga última en el momento en que el murete falle.
- ✓ Se repite el procedimiento antes señalado para calcular resistencia a la compresión diagonal en muretes de adobes por cada tipo (murete de adobe tradicional de San Sebastián, murete con adobe tradicional de San Jerónimo, murete de adobe con tierra de san jerónimo estabilizado al 3% de plástico picado de botellas, murete de adobe con tierra de san jerónimo estabilizado al 5% de plástico picado de botellas, murete de adobe con tierra de san jerónimo estabilizado al 7% de plástico picado de botellas).



**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES DE ADOBE TRADICIONAL Y ESTABILIZADO**



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

*Figura 40a. Colocación de tacos de madera en el murete a 20 cm.*

*Figura 40b. Colocación de marco metálico y diales en los tacos de madera.*

*Figura 40c. Murete listo para ser sometido a carga diagonal.*

*Figura 40d. Murete sometido a carga diagonal y lectura de diales.*

*Figura 40e. Falla en el murete después de ser sometido a carga diagonal.*

*Fuente: Elaboración Propia*

Fórmula para calcular resistencia a la compresión diagonal en muretes de adobes:

$$V_m = \frac{P_{max}}{2ae_m}$$

Dónde:

$V_m$  = Resistencia a compresión diagonal del murete de adobe ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

$P_{max}$  = Carga de rotura, en el instante que el murete de adobe falla (kg)

$a$  = Longitud del murete

$e_m$  = Grosor del murete

## CÁLCULO DEL ESFUERZO Y RESISTENCIA AL CORTE DE MURETES

El cálculo del esfuerzo y resistencia al corte de muretes hechos con adobe tradicional y estabilizado se realiza de la manera siguiente teniendo en cuenta que se trabajaron con 4 tacos de madera los cuales se clavaron en las dos diagonales de una cara del murete, cuya distancia entre taco i taco es de 20 centímetros en referencia a una diagonal del murete, luego se ponen encima de los tacos de madera los aparatos llamados diales para registrar las deformaciones.

Las siguientes fórmulas se utilizan para el cálculo del esfuerzo y resistencia al corte de muretes.

- ✓ Esfuerzo de corte del murete

$$\Delta V_m = \frac{\Delta P}{A} = \frac{\Delta P}{2ae_m}$$

Donde

L= distancia entre dos diales en una diagonal del murete (centímetros)

a= longitud de un murete (centímetros)

e<sub>m</sub>= grosor de un murete (centímetros)

- ✓ Cálculo de la deformación de un murete

$$\Delta \varepsilon = \frac{\Delta D}{L}$$

- ✓ Deformación angular de un murete (Y)

$$Y = \varepsilon_V + \varepsilon_H$$

Donde

ε<sub>V</sub>= deformación vertical al 50(%) y al 15(%)

ε<sub>H</sub>= deformación horizontal al 50(%) y al 15(%)

- ✓ La resistencia al corte de muretes (G<sub>m</sub>), se obtendrá con la siguiente expresión:

$$G_m = \frac{\Delta V_m}{Y}$$

- ✓ ΔP=P50 (%) - P15(%)

Dónde

P50 (%) y P15(%): Carga axial sometida al 15(%) y 50(%)

## CAPITULO IV: DESARROLLO DE DATOS Y RESULTADOS

### 4.1 UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE ADOBE TRADICIONAL Y ESTABILIZADO

#### 4.1.1 DESARROLLO DE DATOS Y RESULTADOS DE LA VARIABILIDAD DE DIMENSIONES

Resultados de la variabilidad de dimensiones:

*Tabla 9. Variabilidad de dimensiones del adobe tradicional con tierra de San Jerónimo – Cusco al 2% de paja.*

Variación de dimensiones de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja													
Muestra	Longitud del adobe (cm)				Ancho del adobe (cm)				Altura del adobe (cm)				
	Mediciones			Promedio	Mediciones			Promedio	Mediciones			Promedio	
1	24.20	24.30	24.25	24.25	12.50	12.49	12.40	12.46	8.40	8.42	8.41	8.41	
2	24.30	24.33	24.30	24.31	12.30	12.32	12.33	12.32	8.35	8.45	8.37	8.39	
3	24.38	24.37	24.34	24.36	12.40	12.43	12.42	12.42	8.38	8.36	8.35	8.36	
4	24.39	24.40	24.41	24.40	12.48	12.45	12.47	12.47	8.39	8.43	8.41	8.41	
<b>DIMENSION PROMEDIO</b>				24.33					12.42				
<b>DIMENSION NOMINAL</b>				25.00					12.50				
<b>VARIACION DE DIMENSIONES</b>				2.68%					0.67%				

*Fuente: Elaboración propia*

*Tabla 10. Variación del volumen de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo – Cusco al 2% de paja.*

Variación del volumen de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja				
Muestra	Longitud de adobe Prom. (cm)	Ancho de adobe Prom. (cm)	Altura de adobe Prom. (cm)	Vol. de adobe. (cm <sup>3</sup> )
1	24.25	12.46	8.41	2541.80
2	24.31	12.32	8.39	2512.12
3	24.36	12.42	8.36	2530.00
4	24.40	12.47	8.41	2558.21
<b>Vol. de adobe Prom.</b>				2535.53
<b>Vol. de adobe Nom.</b>				2656.25
<b>Variación del Volumen</b>				4.54%

*Fuente: Elaboración Propia*

La variabilidad de dimensiones del adobe, tradicional con tierra de San Jerónimo - Cusco al 2% de paja, calculada son:

- 0.67% de ancho, 1.25% de altura y 2.68% de longitud y la variabilidad de volumen es de 4.54%



*Tabla 11. Variabilidad de dimensiones del adobe tradicional con tierra de San Sebastián – Cusco al 2% de paja.*

Variación de dimensiones de adobe tradicional con tierra de San Sebastián – Cusco al 2% de paja														
Muestra	Longitud del adobe (cm)				Ancho del adobe (cm)				Altura del adobe (cm)					
	Mediciones			Promedio	Mediciones			Promedio	Mediciones			Promedio		
1	24.40	24.42	24.43	24.42	12.47	12.45	12.46	12.46	8.45	8.42	8.44	8.44		
2	24.39	24.40	24.42	24.40	12.40	12.43	12.41	12.41	8.40	8.43	8.44	8.42		
3	24.43	24.45	24.42	24.43	12.44	12.43	12.40	12.42	8.41	8.44	8.43	8.43		
4	24.46	24.45	24.44	24.45	12.46	12.49	12.45	12.47	8.45	8.41	8.44	8.43		
DIMENSION PROMEDIO				24.43					12.44					8.43
DIMENSION NOMINAL				25.00					12.50					8.50
VARIACION DE DIMENSIONES				2.30%					0.47%					0.82%

*Fuente: Elaboración propia*

*Tabla 14.*

*Tabla 12. Variación del volumen de adobe tradicional con tierra de San Sebastián – Cusco al 2% de paja.*

Variación del volumen de adobe tradicional con tierra de San Sebastián -Cusco al 2% de paja				
Muestra	Longitud de adobe Prom. (cm)	Ancho de adobe Prom. (cm)	Altura de adobe Prom. (cm)	Vol. de adobe. (cm <sup>3</sup> )
1	24.25	12.46	8.41	2541.80
2	24.31	12.32	8.39	2512.12
3	24.36	12.42	8.36	2530.00
4	24.40	12.47	8.41	2558.21
Vol. de adobe Prom.				2535.53
Vol. de adobe Nom.				2656.25
Variación del Volumen				4.54%

*Fuente: Elaboración Propia*

La variabilidad de dimensiones del adobe, tradicional con tierra de San Sebastián - Cusco al 2% de paja, calculada son:

- % 0.47 de ancho, 0.82% de altura y 2.30% de longitud y la variabilidad de volumen es de 4.54%

*Tabla 13. Variabilidad de dimensiones del adobe con tierra de San Jerónimo - Cusco al 2% de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas.*

Variación de dimensiones de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado con adición al 3% de plástico picado de botellas													
Muestra	Longitud del adobe (cm)				Ancho del adobe (cm)				Altura del adobe (cm)				
	Mediciones			Promedio	Mediciones			Promedio	Mediciones			Promedio	
1	24.50	24.49	24.47	24.49	12.50	12.48	12.46	12.48	8.45	8.50	8.47	8.47	
2	24.48	24.46	24.49	24.48	12.49	12.47	12.45	12.47	8.47	8.49	8.45	8.47	
3	24.47	24.45	24.48	24.47	12.44	12.46	12.48	12.46	8.44	8.46	8.49	8.46	
4	24.49	24.44	24.47	24.47	12.47	12.49	12.50	12.49	8.46	8.47	8.45	8.46	
DIMENSION PROMEDIO				24.47					12.47				
DIMENSION NOMINAL				25.00					12.50				
VARIACION DE DIMENSIONES				2.10%					0.21%				

*Fuente: Elaboración Propia.*

*Tabla 14. Variación del volumen de adobe con tierra de San Jerónimo - Cusco al 2% de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas.*

Variación del volumen de adobe con tierra de San Jerónimo -Cusco al 2% de paja estabilizado con adición al 3% de plástico picado de botellas				
Muestra	Longitud de adobe Prom. (cm)	Ancho de adobe Prom. (cm)	Altura de adobe Prom. (cm)	Vol. de adobe. (cm <sup>3</sup> )
1	24.49	12.48	8.47	2589.40
2	24.48	12.47	8.47	2585.25
3	24.47	12.46	8.46	2580.09
4	24.47	12.49	8.46	2584.59
Vol. de adobe Prom.				2584.83
Vol. de adobe Nom.				2656.25
Variación del Volumen				2.69%

*Fuente: Elaboración Propia.*

La Variabilidad de dimensiones del adobe con tierra de San Jerónimo - Cusco al 2% de paja y estabilizado al 3% de plástico picado de botellas, calculada son:

- 0.21 % de ancho, 0.39 % de altura y 2.10 % de longitud y la variabilidad de volumen es de 2.69 %

*Tabla 15. Variabilidad de dimensiones del adobe con tierra de San Jerónimo - Cusco al 2% de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas.*

Variación de dimensiones de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado con adición al 5% de plástico picado de botellas													
Muestra	Longitud del adobe (cm)				Ancho del adobe (cm)				Altura del adobe (cm)				
	Mediciones			Promedio	Mediciones			Promedio	Mediciones			Promedio	
1	24.80	24.90	24.95	24.88	12.49	12.50	12.48	12.49	8.50	8.49	8.47	8.49	
2	24.85	24.89	24.93	24.89	12.48	12.49	12.47	12.48	8.49	8.48	8.50	8.49	
3	24.95	24.90	24.93	24.93	12.50	12.49	12.47	12.49	8.48	8.49	8.48	8.48	
4	24.89	24.92	24.94	24.92	12.47	12.49	12.50	12.49	8.50	8.49	8.47	8.49	
DIMENSION PROMEDIO				24.90					12.49				
DIMENSION NOMINAL				25.00					12.50				
VARIACION DE DIMENSIONES				0.38%					0.11%				

*Fuente: Elaboración Propia.*

*Tabla 16. Variación del volumen de adobe con tierra de San Jerónimo - Cusco al 2% de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas.*

Variación del volumen de adobe con tierra de San Jerónimo -Cusco al 2% de paja estabilizado con adición al 5% de plástico picado de botellas				
Muestra	Longitud de adobe Prom. (cm)	Ancho de adobe Prom. (cm)	Altura de adobe Prom. (cm)	Vol. de adobe. (cm <sup>3</sup> )
1	24.88	12.49	8.49	2637.60
2	24.89	12.48	8.49	2637.22
3	24.93	12.49	8.48	2640.45
4	24.92	12.49	8.49	2640.42
Vol. de adobe Prom.				2638.92
Vol. de adobe Nom.				2656.25
Variación del Volumen				0.65%

*Fuente: Elaboración Propia.*

La Variabilidad de dimensiones del adobe con tierra de San Jerónimo - Cusco al 2% de paja y estabilizado al 5% de plástico picado de botellas, calculada son:

- 0.11 % de ancho, 0.16 % de altura y 0.38 % de longitud y la variabilidad de volumen es de 0.65 %



*Tabla 17. Variabilidad de dimensiones del adobe con tierra de San Jerónimo - Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas.*

Variación de dimensiones de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado con adición al 7% de plástico picado de botellas.														
Muestra	Longitud del adobe (cm)				Ancho del adobe (cm)				Altura del adobe (cm)					
	Mediciones			Promedio	Mediciones			Promedio	Mediciones			Promedio		
1	24.40	24.43	24.44	24.42	12.40	12.43	12.45	12.43	8.44	8.42	8.40	8.42		
2	24.39	24.41	24.43	24.41	12.42	12.41	12.40	12.41	8.43	8.41	8.42	8.42		
3	24.41	24.43	24.45	24.43	12.41	12.44	12.40	12.42	8.41	8.43	8.40	8.41		
4	24.42	24.40	24.41	24.41	12.42	12.40	12.41	12.41	8.42	8.44	8.45	8.44		
DIMENSION PROMEDIO				24.42					12.42					8.42
DIMENSION NOMINAL				25.00					12.50					8.50
VARIACION DE DIMENSIONES				2.33%					0.67%					0.91%

*Fuente: Elaboración Propia*

*Tabla 18. Variación del volumen de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas.*

Variación del volumen de adobe con tierra de San Jerónimo -Cusco al 2% de paja estabilizado con adición al 7% de plástico picado de botellas				
Muestra	Longitud de adobe Prom. (cm)	Ancho de adobe Prom. (cm)	Altura de adobe Prom. (cm)	Vol. de adobe. (cm <sup>3</sup> )
1	24.42	12.43	8.42	2555.48
2	24.41	12.41	8.42	2550.65
3	24.43	12.42	8.41	2552.09
4	24.41	12.41	8.44	2555.70
Vol. de adobe Prom.				2553.48
Vol. de adobe Nom.				2656.25
Variación del Volumen				3.87%

*Fuente: Elaboración Propia.*

La Variabilidad de dimensiones del adobe con tierra de San Jerónimo - Cusco al 2% de paja y estabilizado al 7% de plástico picado de botellas, calculada son:

- 0.67 % de ancho, 0.91 % de altura y 2.33 % de longitud y la variabilidad de volumen es de 3.87 %

### 4.1.2 ABSORCIÓN.

*Tabla 19. Ensayo de absorción en unidades de adobe Tradicional y Estabilizado.*

<b>ADOBES TRADICIONAL Y ESTABILIZAD O</b>	<b>ESPECIMENE S</b>	<b>PESO DEL ADOBE SECO (Gramos)</b>	<b>TIEMPO DE DURACION DE LA ABSORCION (minutos)</b>	<b>PESO HUMEDO DEL ADOBE LUEGO DE SER SUMERGID O (Gramos)</b>	<b>ABSORCIO N</b>
<b>Adobe tradicional con tierra de San Sebastián-Cusco al 2 % de paja</b>	1	4621.50	30	-	Se desintegra totalmente
	2	4700.20	30	-	Se desintegra totalmente
	3	4775.00	30	-	Se desintegra totalmente
	4	4665.30	30	-	Se desintegra totalmente
<b>Adobe tradicional con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja</b>	1	4725.40	30	-	Se desintegra totalmente
	2	4665.20	30	-	Se desintegra totalmente
	3	4675.30	30	-	Se desintegra totalmente
	4	4715.10	30	-	Se desintegra totalmente
<b>Adobe con tierra de San Jerónimo- Cusco al 2 % de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas</b>	1	4610.20	30	-	Se desintegra totalmente
	2	4618.14	30	-	Se desintegra totalmente
	3	4658.40	30	-	Se desintegra totalmente
	4	4700.10	30	-	Se desintegra totalmente
<b>Adobe con tierra de San Jerónimo- Cusco al 2 % de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas</b>	1	4700.10	30	4815.00	2.44%
	2	4690.20	30	4810.50	2.56%
	3	4695.30	30	4825.50	2.77%
	4	4685.40	30	4812.50	2.71%
<b>Adobe con tierra de San Jerónimo- Cusco al 2 % de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas</b>	1	4665.20	30	4720.50	1.19%
	2	4670.10	30	4715.60	0.97%
	3	4650.40	30	4717.50	1.44%
	4	4680.10	30	4732.50	1.12%

*Fuente: Elaboración Propia.*

No se pudo registrar la absorción en adobes tradicionales (San Jerónimo y San Sebastián) y en el adobe estabilizado al 3% de plástico picado, debido a que se desintegran totalmente después de 30 minutos de estar sumergido en agua.

Los adobes estabilizados al 5% de plástico picado de botellas al estar sumergidos en el agua por un tiempo de 30 minutos presenta una absorción de 1.2%, 1%, 1.4%, 1.1% para cada unidad ensayada.

Los adobes estabilizados al 7% de plástico picado de botellas al estar sumergidos en el agua por un tiempo de 30 minutos presenta una absorción de 2.4%, 2.6 %, 2.8%, 2.7% para cada unidad ensayada.

#### **4.1.3 DESARROLLO DE DATOS Y RESULTADOS DE LA RESISTENCIA DE LA UNIDAD DE ADOBE A COMPRESIÓN.**

*Tabla 20. Resistencia a la compresión de la unidad de adobe tradicional con tierra de San Sebastián – Cusco al 2% de paja.*

Resistencia a la compresión de la unidad de adobe tradicional con tierra de San Sebastián – Cusco al 2% de paja						
MUESTRA	DIMENSIONES DEL ADOBE (centímetros)			SUPERFICIE DE LA CARA EN CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA EL ADOBE (Kg)	RESISTENCIA DE LA UNIDAD DE ADOBE A COMPRESIÓN $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )
	LONGITUD (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)			
<b>1</b>	24.80	12.45	8.40	308.76	7600	24.61
<b>2</b>	24.50	12.40	8.45	303.8	7150	23.54
<b>3</b>	24.40	12.30	8.40	300.12	7100	23.66
<b>4</b>	24.30	12.30	8.45	298.89	7250	24.26
<b>Resistencia de la unidad de adobe a compresión <math>f_c</math></b>						24.02
<b>Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe.</b>						0.51
<b>Coefficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe.</b>						2.12%
<b>Resistencia característica de la unidad de adobe <math>f'_c</math></b>						23.51

*Fuente: Elaboración Propia.*

Los resultados que se obtienen de la resistencia a la compresión de la unidad de adobe tradicional con tierra de San Sebastián – Cusco al 2% de paja son:

- Resistencia de la unidad de adobe a compresión es de 24.02 kg/cm<sup>2</sup>
- Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe es de 0.51

- Coeficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe es de 2.12 %
- Resistencia característica de la unidad de adobe es de 23.51 kg/cm<sup>2</sup>

*Tabla 21. Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo – Cusco al 2% de paja.*

Resistencia a la compresión de la unidad de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo – Cusco al 2% de paja						
MUESTRA	DIMENSIONES DEL ADOBE (centímetros)			SUPERFICIE DE LA CARA EN CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA EL ADOBE (Kg)	RESISTENCIA DE LA UNIDAD DE ADOBE A COMPRESIÓN f <sub>o</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
	LONGITUD (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)			
1	24.70	12.40	8.40	306.28	7000	22.85
2	24.80	12.45	8.45	308.76	7100	23.00
3	24.90	12.30	8.35	306.27	7500	24.49
4	24.70	12.35	8.30	305.045	7400	24.26
<b>Resistencia de la unidad de adobe a compresión f<sub>o</sub></b>						23.65
<b>Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe.</b>						0.84
<b>Coefficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe.</b>						3.57%
<b>Resistencia característica de la unidad de adobe f'<sub>o</sub></b>						22.81

*Fuente: Elaboración Propia.*

Los resultados que se obtienen de la resistencia a la compresión de la unidad de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo – Cusco al 2% de paja son:

- Resistencia de la unidad de adobe a compresión es de 23.65 kg/cm<sup>2</sup>
- Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe es de 0.84
- Coeficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe es de 3.57 %
- Resistencia característica de la unidad de adobe es de 22.81 kg/cm<sup>2</sup>

*Tabla 22. . Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas.*

Resistencia a la compresión de la unidad de adobe con tierra de San Jerónimo - Cusco al 2% de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas.						
MUESTRA	DIMENSIONES DEL ADOBE (centímetros)			SUPERFICIE DE LA CARA EN CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA EL ADOBE (Kg)	RESISTENCIA DE LA UNIDAD DE ADOBE A COMPRESIÓN f <sub>o</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
	LONGITUD (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)			
<b>1</b>	24.80	12.45	8.45	308.76	7500	24.29
<b>2</b>	24.70	12.40	8.40	306.28	7650	24.98
<b>3</b>	24.55	12.45	8.30	305.65	7725	25.27
<b>4</b>	24.40	12.35	8.35	301.34	7480	24.82
<b>Resistencia de la unidad de adobe a compresión f<sub>o</sub></b>						24.84
<b>Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe.</b>						0.41
<b>Coefficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe.</b>						1.66%
<b>Resistencia característica de la unidad de adobe f'<sub>o</sub></b>						24.43

*Fuente: Elaboración Propia.*

Los resultados que se obtienen de la resistencia a la compresión de la unidad de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas son:

- Resistencia de la unidad de adobe a compresión es de 24.84 kg/cm<sup>2</sup>
- Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe es de 0.41
- Coeficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe es de 1.66 %
- Resistencia característica de la unidad de adobe es de 24.43 kg/cm<sup>2</sup>

*Tabla 23. Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas.*

Resistencia a la compresión de la unidad de adobe con tierra de San Jerónimo - Cusco al 2% de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas.						
MUESTRA	DIMENSIONES DEL ADOBE (centímetros)			SUPERFICIE DE LA CARA EN CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA EL ADOBE (Kg)	RESISTENCIA DE LA UNIDAD DE ADOBE A COMPRESIÓN $f_o$ (kg/cm <sup>2</sup> )
	LONGITUD (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)			
1	24.90	12.50	8.50	311.25	8500	27.31
2	24.95	12.45	8.45	310.63	8450	27.20
3	24.80	12.45	8.45	308.76	8505	27.55
4	25.00	12.50	8.40	312.50	8465	27.09
<b>Resistencia de la unidad de adobe a compresión <math>f_o</math></b>						27.29
<b>Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe.</b>						0.19
<b>Coefficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe.</b>						0.71%
<b>Resistencia característica de la unidad de adobe <math>f'_o</math></b>						27.09

*Fuente: Elaboración Propia.*

Los resultados que se obtienen de la resistencia a la compresión de la unidad de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas son:

- Resistencia de la unidad de adobe a compresión es de 27.29 kg/cm<sup>2</sup>
- Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe es de 0.19
- Coeficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe es de 0.71 %
- Resistencia característica de la unidad de adobe es de 27.09 kg/cm<sup>2</sup>

*Tabla 24. Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas.*

Resistencia a la compresión de la unidad de adobe con tierra de San Jerónimo - Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas.						
MUESTRA	DIMENSIONES DEL ADOBE (centímetros)			SUPERFICIE DE LA CARA EN CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA EL ADOBE (Kg)	RESISTENCIA DE LA UNIDAD DE ADOBE A COMPRESIÓN f <sub>o</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
	LONGITUD (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)			
1	24.70	12.40	8.45	306.28	8025	26.20
2	24.60	12.45	8.40	306.27	7560	24.68
3	24.65	12.35	8.35	304.43	8010	26.31
4	24.55	12.40	8.40	304.42	8030	26.38
<b>Resistencia de la unidad de adobe a compresión f<sub>o</sub></b>						25.89
<b>Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe.</b>						0.81
<b>Coefficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe.</b>						3.13%
<b>Resistencia característica de la unidad de adobe f'<sub>o</sub></b>						25.08

*Fuente: Elaboración Propia.*

Los resultados que se obtienen de la resistencia a la compresión de la unidad de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas son:

- Resistencia de la unidad de adobe a compresión es de 25.89 kg/cm<sup>2</sup>
- Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe es de 0.81
- Coeficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe es de 3.13 %
- Resistencia característica de la unidad de adobe es de 25.08 kg/cm<sup>2</sup>



*Tabla 25. RESISTENCIA PROMEDIO DE LA UNIDAD DE ADOBE TRADICIONAL Y ESTABILIZADO A COMPRESIÓN.*

<b>TIPO DE ADOBE</b>	<b>Resistencia de la unidad de adobe a compresión <math>f_0</math></b>	<b>Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe.</b>	<b>Coefficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe.</b>	<b>Resistencia característica de la unidad de adobe <math>f'_{0}</math></b>
<b>Adobe tradicional con tierra de San Sebastián-Cusco al 2 % de paja</b>	24.02	0.51	2.12%	23.51
<b>Adobe tradicional con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja</b>	23.65	0.84	3.57%	22.81
<b>Adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2 % de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas</b>	24.84	0.41	1.66%	24.43
<b>Adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2 % de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas</b>	27.29	0.19	0.71%	27.09
<b>Adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2 % de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas</b>	25.89	0.81	3.13%	25.08

*Fuente: Elaboración Propia*

#### 4.1.4 DESARROLLO DE DATOS Y RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO.

Tabla 26. Resistencia a la compresión del mortero con tierra de San Sebastián – Cusco  
al 2 % de paja.

Resistencia a la compresión del mortero con tierra de San Sebastián – Cusco al 2 % de paja.						
MUESTRA	DIMENSIONES DEL CUBO DE MORTERO (centímetros)			SUPERFICIE DE LA CARA EN CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA EL CUBO DE MORTERO (Kg)	RESISTENCIA DEL MORTERO A COMPRESIÓN $f_{mor}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
	LONGITUD (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)			
<b>1</b>	4.78	4.75	4.75	22.71	2000	88.09
<b>2</b>	4.79	4.80	4.90	22.99	1568	68.20
<b>3</b>	4.82	4.80	4.92	23.14	1300	56.19
<b>4</b>	4.80	4.79	4.88	22.99	1000	43.49
<b>Resistencia del mortero a compresión <math>f_{mor}</math></b>						63.99
<b>Desviación estándar de la resistencia del mortero.</b>						18.97
<b>Coefficiente de variación de la resistencia del mortero.</b>						29.64%
<b>Resistencia característica del mortero <math>f'_{mor}</math></b>						45.02

*Fuente: Elaboración Propia.*

Los resultados que se obtienen de la resistencia a la compresión del mortero con tierra de San Sebastián – Cusco al 2% de paja son:

- Resistencia del mortero a compresión es de 63.99 kg/cm<sup>2</sup>
- Desviación estándar de la resistencia del mortero es de 18.97
- Coeficiente de variación de la resistencia del mortero es de 29.64 %
- Resistencia característica del mortero es de 45.02 kg/cm<sup>2</sup>

*Tabla 27. Ensayo de resistencia a la compresión del mortero con tierra de San Jerónimo – Cusco al 2% de paja.*

Resistencia a la compresión del mortero con tierra de San Jerónimo – Cusco al 2% de paja.						
MUESTRA	DIMENSIONES DEL CUBO DE MORTERO (centímetros)			SUPERFICIE DE LA CARA EN CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA EL CUBO DE MORTERO (Kg)	RESISTENCIA DEL MORTERO A COMPRESIÓN f <sub>mor</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
	LONGITUD (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)			
<b>1</b>	4.80	4.82	4.83	23.14	1590	68.72
<b>2</b>	4.78	4.79	4.80	22.90	1470	64.20
<b>3</b>	4.79	4.80	4.82	22.99	1600	69.59
<b>4</b>	4.77	4.79	4.80	22.85	1680	73.53
<b>Resistencia del mortero a compresión f<sub>mor</sub></b>						69.01
<b>Desviación estándar de la resistencia del mortero.</b>						3.83
<b>Coefficiente de variación de la resistencia del mortero.</b>						5.55%
<b>Resistencia característica del mortero f'<sub>mor</sub></b>						65.18

*Fuente: Elaboración Propia.*

Los resultados que se obtienen de la resistencia a la compresión del mortero con tierra de San Jerónimo – Cusco al 2% de paja son:

- Resistencia del mortero a compresión es de 69.01 kg/cm<sup>2</sup>
- Desviación estándar de la resistencia del mortero es de 3.83
- Coeficiente de variación de la resistencia del mortero es de 5.55 %
- Resistencia característica del mortero es de 65.18 kg/cm<sup>2</sup>

*Tabla 28. Resistencia a la compresión del mortero con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas.*

Resistencia a la compresión del mortero con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas.						
MUESTRA	DIMENSIONES DEL CUBO DE MORTERO (centímetros)			SUPERFICIE DE LA CARA EN CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA EL CUBO DE MORTERO (Kg)	RESISTENCIA DEL MORTERO A COMPRESIÓN $f_{mor}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
	LONGITUD (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)			
<b>1</b>	4.80	4.82	4.83	23.14	1700	73.48
<b>2</b>	4.84	4.82	4.80	23.33	1680	72.01
<b>3</b>	4.85	4.86	4.88	23.57	1620	68.73
<b>4</b>	4.86	4.87	4.90	23.67	1580	66.76
<b>Resistencia del mortero a compresión <math>f_{mor}</math></b>						70.24
<b>Desviación estándar de la resistencia del mortero.</b>						3.06
<b>Coefficiente de variación de la resistencia del mortero.</b>						4.35%
<b>Resistencia característica del mortero <math>f'_{mor}</math></b>						67.19

*Fuente: Elaboración Propia.*

Los resultados que se obtienen de resistencia a la compresión del mortero con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas son:

- Resistencia del mortero a compresión es de 70.24 kg/cm<sup>2</sup>
- Desviación estándar de la resistencia del mortero es de 3.06
- Coeficiente de variación de la resistencia del mortero es de 4.35 %
- Resistencia característica del mortero es de 67.19 kg/cm<sup>2</sup>

*Tabla 29. Resistencia a la compresión del mortero con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas.*

Resistencia a la compresión del mortero con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas.						
MUESTRA	DIMENSIONES DEL CUBO DE MORTERO (centímetros)			SUPERFICIE DE LA CARA EN CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA EL CUBO DE MORTERO (Kg)	RESISTENCIA DEL MORTERO A COMPRESIÓN $f_{mor}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
	LONGITUD (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)			
<b>1</b>	4.92	4.94	4.96	24.30	2100	86.40
<b>2</b>	4.96	4.98	4.97	24.70	1825	73.88
<b>3</b>	4.98	4.97	4.98	24.75	1900	76.77
<b>4</b>	4.99	4.98	4.97	24.85	1702	68.49
<b>Resistencia del mortero a compresión <math>f_{mor}</math></b>						76.39
<b>Desviación estándar de la resistencia del mortero.</b>						7.51
<b>Coefficiente de variación de la resistencia del mortero.</b>						9.83%
<b>Resistencia característica del mortero <math>f'_{mor}</math></b>						68.88

*Fuente: Elaboración Propia.*

Los resultados que se obtienen de resistencia a la compresión del mortero con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas son:

- Resistencia del mortero a compresión es de 76.39 kg/cm<sup>2</sup>
- Desviación estándar de la resistencia del mortero es de 7.51
- Coeficiente de variación de la resistencia del mortero es de 9.83 %
- Resistencia característica del mortero es de 68.88 kg/cm<sup>2</sup>

*Tabla 30. Resistencia a la compresión del mortero con tierra de San Jerónimo al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas.*

Resistencia a la compresión del mortero con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas.						
MUESTRA	DIMENSIONES DEL CUBO DE MORTERO (centímetros)			SUPERFICIE DE LA CARA EN CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA EL CUBO DE MORTERO (Kg)	RESISTENCIA DEL MORTERO A COMPRESIÓN $f_{mor}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
	LONGITUD (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)			
<b>1</b>	4.80	4.82	4.84	23.14	1808	78.15
<b>2</b>	4.84	4.86	4.88	23.52	1840	78.22
<b>3</b>	4.87	4.89	4.90	23.81	1610	67.61
<b>4</b>	4.88	4.90	4.94	23.91	1595	66.70
<b>Resistencia del mortero a compresión <math>f_{mor}</math></b>						72.67
<b>Desviación estándar de la resistencia del mortero.</b>						6.38
<b>Coefficiente de variación de la resistencia del mortero.</b>						8.78%
<b>Resistencia característica del mortero <math>f'_{mor}</math></b>						66.29

*Fuente: Elaboración Propia.*

Los resultados que se obtienen de resistencia a la compresión del mortero con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas son:

- Resistencia del mortero a compresión es de 72.67 kg/cm<sup>2</sup>
- Desviación estándar de la resistencia del mortero es de 6.38
- Coeficiente de variación de la resistencia del mortero es de 8.78 %
- Resistencia característica del mortero es de 66.29 kg/cm<sup>2</sup>

*Tabla 31. RESISTENCIA PROMEDIO DE LOS CUBOS DE MORTERO A  
COMPRESION*

<b>TIPO DE MORTERO</b>	<b>Resistencia del mortero a compresión <math>f_{mor}</math></b>	<b>Desviación estándar de la resistencia del mortero.</b>	<b>Coefficiente de variación de la resistencia del mortero.</b>	<b>Resistencia característica del mortero <math>f'_{mor}</math></b>
<b>Mortero con tierra de San Sebastián - Cusco al 2 % de paja</b>	63.99	18.97	29.64%	45.02
<b>Mortero con tierra de San Jerónimo - Cusco al 2% de paja</b>	69.01	3.83	5.55%	65.18
<b>Mortero con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2 % de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas</b>	70.24	3.06	4.35%	67.19
<b>Mortero con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2 % de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas</b>	76.39	7.51	9.83%	68.88
<b>Mortero con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2 % de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas</b>	72.67	6.38	8.78%	66.29

*Fuente: Elaboración Propia.*



#### 4.1.5 DESARROLLO DE DATOS Y RESULTADOS DE LA RESISTENCIA DE LA ADHERENCIA DEL MORTERO.

*Tabla 32. Resistencia de adherencia del mortero con tierra de San Sebastián - Cusco al 2% de paja.*

Resistencia de adherencia del mortero con tierra de San Sebastián - Cusco al 2% de paja.					
MUESTRA	DIMENSIONES DE LA MUESTRA DE 3 UNIDADES DE ADOBE (centímetros)		SUPERFICIE DE LA CARA EN CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima cuando se despegan las unidades de adobe (kg)	Resistencia de la adherencia de mortero fadh (kg/cm <sup>2</sup> )
	Longitud (cm)	Ancho (cm)			
<b>1</b>	24.60	12.40	406.72	85.6	0.21
<b>2</b>	24.50	12.30	401.80	55.5	0.14
<b>3</b>	24.55	12.45	407.53	70.6	0.17
<b>4</b>	24.45	12.35	402.61	120.5	0.30
<b>Resistencia de la adherencia de mortero Promedio fadh</b>					0.21
<b>Desviación estándar de la resistencia de la adherencia del mortero</b>					0.07
<b>Coefficiente de variación de la resistencia de la adherencia del mortero</b>					33.8%

*Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados que se obtienen de la resistencia de adherencia del mortero con tierra de San Sebastián – Cusco al 2% de paja son:

- Resistencia de la adherencia de mortero promedio es de 0.21 kg/cm<sup>2</sup>
- Desviación estándar de la resistencia de la adherencia del mortero es de 0.07
- Coeficiente de variación de la resistencia de la adherencia del mortero es de 33.8 %

*Tabla 33. Resistencia de adherencia del mortero con tierra de San Jerónimo - Cusco al 2% de paja.*

Resistencia de adherencia del mortero con tierra de San Jerónimo - Cusco al 2% de paja.					
ESPECIMEN	DIMENSIONES DE LA MUESTRA DE 3 UNIDADES DE ADOBE (centímetros)		SUPERFICIE DE LA CARA EN CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima cuando se despegan las unidades de adobe (kg)	Resistencia de la adherencia de mortero fadh (kg/cm <sup>2</sup> )
	Longitud (cm)	Ancho (cm)			
<b>1</b>	24.40	12.35	401.79	92.50	0.23
<b>2</b>	24.45	12.40	404.24	81.30	0.20
<b>3</b>	24.45	12.30	400.98	65.00	0.16
<b>4</b>	24.35	12.45	404.21	145.00	0.36
<b>Resistencia de la adherencia de mortero Promedio fadh</b>					0.24
<b>Desviación estándar de la resistencia de la adherencia del mortero</b>					0.09
<b>Coefficiente de variación de la resistencia de la adherencia del mortero</b>					35.8%

*Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados que se obtienen de la resistencia de adherencia del mortero con tierra de San Jerónimo – Cusco al 2% de paja son:

- Resistencia de la adherencia de mortero promedio es de 0.24 kg/cm<sup>2</sup>
- Desviación estándar de la resistencia de la adherencia del mortero es de 0.09
- Coeficiente de variación de la resistencia de la adherencia del mortero es de 35.8 %

*Tabla 34. Resistencia de adherencia del mortero con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas.*

Resistencia de adherencia del mortero con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas.					
MUESTRA	DIMENSIONES DE LA MUESTRA DE 3 UNIDADES DE ADOBE (centímetros)		SUPERFICIE DE LA CARA EN CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima cuando se despegan las unidades de adobe (kg)	Resistencia de la adherencia de mortero fadh (kg/cm <sup>2</sup> )
	Longitud (cm)	Ancho (cm)			
<b>1</b>	24.50	12.30	401.80	95.00	0.24
<b>2</b>	24.40	12.45	405.04	110.00	0.27
<b>3</b>	24.30	12.40	401.76	82.50	0.21
<b>4</b>	24.35	12.35	400.96	148.30	0.37
<b>Resistencia de la adherencia de mortero Promedio fadh</b>					0.27
<b>Desviación estándar de la resistencia de la adherencia del mortero</b>					0.07
<b>Coefficiente de variación de la resistencia de la adherencia del mortero</b>					26.4%

*Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados que se obtienen de la resistencia de adherencia del mortero con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas son:

- Resistencia de la adherencia de mortero promedio es de 0.27 kg/cm<sup>2</sup>
- Desviación estándar de la resistencia de la adherencia del mortero es de 0.07
- Coeficiente de variación de la resistencia de la adherencia del mortero es de 26.4%

*Tabla 35. Resistencia de adherencia del mortero con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas.*

Resistencia de adherencia del mortero con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas.					
MUESTRA	DIMENSIONES DE LA MUESTRA DE 3 UNIDADES DE ADOBE (centímetros)		SUPERFICIE DE LA CARA EN CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima cuando se despegan unidades adobe (kg)	Resistencia de la adherencia de mortero fadh (kg/cm <sup>2</sup> )
	Longitud (cm)	Ancho (cm)			
<b>1</b>	24.90	12.45	413.34	106.50	0.26
<b>2</b>	24.95	12.48	415.17	120.40	0.29
<b>3</b>	24.80	12.45	411.68	125.50	0.30
<b>4</b>	24.85	12.50	414.17	150.50	0.36
<b>Resistencia de la adherencia de mortero Promedio fadh</b>					0.30
<b>Desviación estándar de la resistencia de la adherencia del mortero</b>					0.04
<b>Coefficiente de variación de la resistencia de la adherencia del mortero</b>					14.6%

*Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados que se obtienen de la resistencia de adherencia del mortero con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas son:

- Resistencia de la adherencia de mortero promedio es de 0.30 kg/cm<sup>2</sup>
- Desviación estándar de la resistencia de la adherencia del mortero es de 0.04
- Coeficiente de variación de la resistencia de la adherencia del mortero es de 14.6 %

*Tabla 36. Resistencia de adherencia del mortero con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas.*

Resistencia de adherencia del mortero con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas					
MUESTRA	DIMENSIONES DE LA MUESTRA DE 3 UNIDADES DE ADOBE (centímetros)		SUPERFICIE DE LA CARA EN CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima cuando se despegan las unidades de adobe (kg)	Resistencia de la adherencia de mortero fadh (kg/cm <sup>2</sup> )
	Longitud (cm)	Ancho (cm)			
<b>1</b>	24.40	12.45	405.04	100.50	0.25
<b>2</b>	24.70	12.40	408.37	110.00	0.27
<b>3</b>	24.60	12.50	410.00	98.50	0.24
<b>4</b>	24.65	12.30	404.26	120.50	0.30
<b>Resistencia de la adherencia de mortero Promedio fadh</b>					0.26
<b>Desviación estándar de la resistencia de la adherencia del mortero</b>					0.03
<b>Coefficiente de variación de la resistencia de la adherencia del mortero</b>					9.8%

*Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados que se obtienen de la resistencia de adherencia del mortero con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas son:

- Resistencia de la adherencia de mortero promedio es de 0.26 kg/cm<sup>2</sup>
- Desviación estándar de la resistencia de la adherencia del mortero es de 0.03
- Coeficiente de variación de la resistencia de la adherencia del mortero es de 9.8 %

*Tabla 37. ADHERENCIA PROMEDIO DEL MORTERO.*

<b>TIPO DE MORTERO</b>	<b>Resistencia de la adherencia de mortero Promedio fadh</b>	<b>Desviación estándar de la resistencia de la adherencia del mortero</b>	<b>Coefficiente de variación de la resistencia de la adherencia del mortero</b>
<b>Mortero con tierra de San Sebastián-Cusco al 2 % de paja</b>	0.21	0.07	33.8%
<b>Mortero con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja</b>	0.24	0.09	35.8%
<b>Mortero con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2 % de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas</b>	0.27	0.07	26.4%
<b>Mortero con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2 % de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas</b>	0.30	0.04	14.6%
<b>Mortero con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2 % de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas</b>	0.26	0.03	9.8%

*Fuente: Elaboración Propia*

#### 4.1.6 DESARROLLO DE DATOS Y RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL EN PILAS DE ADOBE.

*Tabla 38. Resistencia a la compresión axial en pilas de adobe tradicional con tierra de San Sebastián – Cusco al 2% de paja.*

Resistencia a la compresión axial en pilas de adobe tradicional con tierra de San Sebastián – Cusco al 2% de paja.						
MUESTRA	DIMENSIONES DE LA PILA (centímetros)			SUPERFICIE DE LA CARA EN CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA LA PILA (kg)	RESISTENCIA DE LA PILA DE ADOBE A COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm <sup>2</sup> ).
	LONGITUD (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)			
1	24.4	12.4	36.8	302.56	5035	16.64
2	24.35	12.3	36.6	299.51	3280	10.95
3	24.3	12.45	36.4	302.54	5042	16.67
4	24.45	12.35	36.45	301.96	4525	14.99
<b>Resistencia de la pila de adobe a compresión axial promedio <math>f_m</math></b>						14.81
<b>Desviación estándar de la resistencia de la pila de adobe</b>						2.69
<b>Coefficiente de Variación de la resistencia de la pila de adobe</b>						18.17%
<b>Resistencia Característica de la pila de adobe <math>f'_m</math></b>						12.12

*Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados que se obtienen de la resistencia a la compresión axial en pilas de adobe tradicional con tierra de San Sebastián – Cusco al 2% de paja son:

- Resistencia de la pila de adobe a compresión axial promedio es de 14.81 kg/cm<sup>2</sup>
- Desviación estándar de la resistencia de la pila de adobe es de 2.69
- Coeficiente de variación de la de la resistencia de la pila de adobe es de 18.17 %
- Resistencia característica de la pila de adobe es de 12.12 kg/cm<sup>2</sup>



*Tabla 39. Resistencia a la compresión axial en pilas de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo – Cusco al 2% de paja.*

Resistencia a la compresión axial en pilas de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo – Cusco al 2% de paja.						
MUESTRA	DIMENSIONES DE LA PILA (centímetros)			SUPERFICIE DE LA CARA EN CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA LA PILA (kg)	RESISTENCIA DE LA PILA DE ADOBE A COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm <sup>2</sup> ).
	LONGITUD (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)			
1	24.35	12.3	36.7	299.51	5014	16.74
2	24.4	12.35	36.5	301.34	5035	16.71
3	24.5	12.4	36.3	303.8	4445	14.63
4	24.4	12.45	36.5	303.78	4998	16.45
<b>Resistencia de la pila de adobe a compresión axial promedio <math>f_m</math></b>						16.13
<b>Desviación estándar de la resistencia de la pila de adobe</b>						1.01
<b>Coefficiente de Variación de la resistencia de la pila de adobe</b>						6.26%
<b>Resistencia Característica de la pila de adobe <math>f'_m</math></b>						15.12

*Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados que se obtienen de la resistencia a la compresión axial en pilas de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo – Cusco al 2% de paja son:

- Resistencia de la pila de adobe a compresión axial promedio es de 16.13 kg/cm
- Desviación estándar de la resistencia de la pila de adobe es de 1.01
- Coeficiente de variación de la de la resistencia de la pila de adobe es de 6.26 %
- Resistencia característica de la pila de adobe es de 15.12 kg/cm<sup>2</sup>

*Tabla 40. Resistencia a la compresión axial en pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 3 % de plástico picado de botellas.*

Resistencia a la compresión axial en pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 3 % de plástico picado de botellas						
MUESTRA	DIMENSIONES DE LA PILA (centímetros)			SUPERFICIE DE LA CARA EN CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA LA PILA (kg)	RESISTENCIA DE LA PILA DE ADOBE A COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm <sup>2</sup> ).
	LONGITUD (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)			
1	24.45	12.4	36.8	303.18	4590	15.14
2	24.45	12.35	36.7	301.96	4885	16.18
3	24.35	12.45	36.75	303.16	5125	16.91
4	24.3	12.4	36.6	301.32	5205	17.27
<b>Resistencia de la pila de adobe a compresión axial promedio <math>f_m</math></b>						16.37
<b>Desviación estándar de la resistencia de la pila de adobe</b>						0.94
<b>Coefficiente de Variación de la resistencia de la pila de adobe</b>						5.75%
<b>Resistencia Característica de la pila de adobe <math>f'_m</math></b>						15.43

*Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados que se obtienen de la resistencia a la compresión axial en pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 3 % de plástico picado de botellas son:

- Resistencia de la pila de adobe a compresión axial promedio es de 16.37 kg/cm
- Desviación estándar de la resistencia de la pila de adobe es de 0.94
- Coeficiente de variación de la de la resistencia de la pila de adobe es de 5.75 %
- Resistencia característica de la pila de adobe es de 15.43 kg/cm<sup>2</sup>

*Tabla 41. Resistencia a la compresión axial en pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5 % de plástico picado de botellas*

Resistencia a la compresión axial en pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5 % de plástico picado de botellas						
MUESTRA	DIMENSIONES DE LA PILA (centímetros)			SUPERFICIE DE LA CARA EN CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA LA PILA (kg)	RESISTENCIA DE LA PILA DE ADOBE A COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm <sup>2</sup> ).
	LONGITUD (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)			
1	24.8	12.48	36.9	309.50	5250.5	16.96
2	24.9	12.5	37	311.25	5128.5	16.48
3	24.95	12.45	36.8	310.63	5203.5	16.75
4	24.85	12.46	36.85	309.63	5010.5	16.18
<b>Resistencia de la pila de adobe a compresión axial promedio <math>f_m</math></b>						16.59
<b>Desviación estándar de la resistencia de la pila de adobe</b>						0.34
<b>Coefficiente de Variación de la resistencia de la pila de adobe</b>						2.04%
<b>Resistencia Característica de la pila de adobe <math>f'_m</math></b>						16.26

*Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados que se obtienen de la resistencia a la compresión axial en pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5 % de plástico picado de botellas son:

- Resistencia de la pila de adobe a compresión axial promedio es de 16.59 kg/cm
- Desviación estándar de la resistencia de la pila de adobe es de 0.34
- Coeficiente de variación de la de la resistencia de la pila de adobe es de 2.04 %
- Resistencia característica de la pila de adobe es de 16.26 kg/cm<sup>2</sup>

*Tabla 42. Resistencia a la compresión axial en pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas.*

Resistencia a la compresión axial en pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas.						
MUESTRA	DIMENSIONES DE LA PILA (centímetros)			SUPERFICIE DE LA CARA EN CONTACTO (cm <sup>2</sup> )	CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA LA PILA (kg)	RESISTENCIA DE LA PILA DE ADOBE A COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm <sup>2</sup> ).
	LONGITUD (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)			
1	24.6	12.4	36.6	305.04	5005.2	16.41
2	24.5	12.45	36.7	305.03	4890.5	16.03
3	24.6	12.35	36.5	303.81	4992.5	16.43
4	24.65	12.3	36.6	303.20	5001.3	16.50
<b>Resistencia de la pila de adobe a compresión axial promedio <math>f_m</math></b>						16.34
<b>Desviación estándar de la resistencia de la pila de adobe</b>						0.21
<b>Coefficiente de Variación de la resistencia de la pila de adobe</b>						1.28%
<b>Resistencia Característica de la pila de adobe <math>f'_m</math></b>						16.55

*Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados que se obtienen de la resistencia a la compresión axial en pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7 % de plástico picado de botellas son:

- Resistencia de la pila de adobe a compresión axial promedio es de 16.34 kg/cm
- Desviación estándar de la resistencia de la pila de adobe es de 0.21
- Coeficiente de variación de la de la resistencia de la pila de adobe es de 1.28 %
- Resistencia característica de la pila de adobe es de 16.55 kg/cm<sup>2</sup>

*Tabla 43. RESUMEN DE LOS PROMEDIOS DE LAS RESISTENCIAS DE PILAS DE ADOBE TRADICIONAL Y ESTABILIZADO A LA COMPRESIÓN AXIAL.*

<b>TIPO DE PILA</b>	<b>Resistencia de la pila de adobe a compresión axial promedio <math>f_m</math></b>	<b>Desviación estándar de la resistencia de la pila de adobe</b>	<b>Coefficiente de Variación de la resistencia de la pila de adobe</b>	<b>Resistencia Característica de la pila de adobe <math>f'_m</math></b>
<b>Pila de Adobe tradicional con tierra de San Sebastián-Cusco al 2 % de paja</b>	<b>14.81</b>	<b>2.69</b>	<b>18.17%</b>	<b>12.12</b>
<b>Pila de Adobe tradicional con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja</b>	<b>16.13</b>	<b>1.01</b>	<b>6.26%</b>	<b>15.12</b>
<b>Pila de Adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2 % de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas</b>	<b>16.37</b>	<b>0.94</b>	<b>5.75%</b>	<b>15.43</b>
<b>Pila de Adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2 % de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas</b>	<b>16.59</b>	<b>0.34</b>	<b>2.04%</b>	<b>16.26</b>
<b>Pila de Adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2 % de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas</b>	<b>16.34</b>	<b>0.21</b>	<b>1.28%</b>	<b>16.55</b>

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.1.6 MÓDULO DE YOUNG O MÓDULO ELÁSTICO EN PILAS DE ADOBE TRADICIONAL Y ESTABILIZADO.

Se desarrollarán los gráficos de la carga vs deformación vertical del ensayo a compresión axial, para calcular el módulo de Young o módulo elástico de las pilas de adobe tradicional y estabilizado:

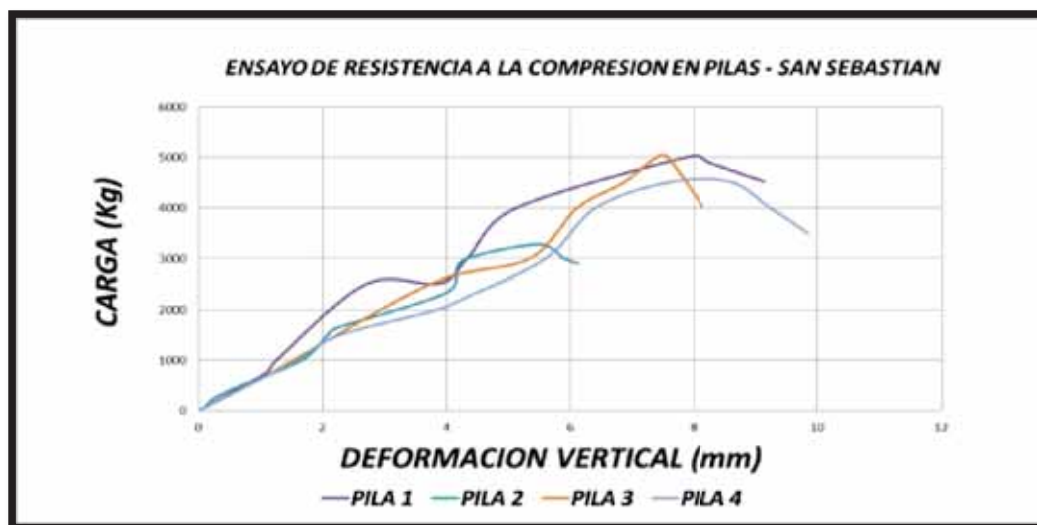


Figura 41. Carga (kg) vs Deformación vertical (mm) en pilas de adobe tradicional con tierra de San Sebastián – Cusco al 2% de paja.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 44. Deformación vertical máxima, al 15% y al 50% de pilas de adobe tradicional con tierra de San Sebastián – Cusco al 2% de paja.

PILA	DEFORMACION MAXIMA (milímetros)	DEFORMACION AL QUINCE PORCIENTO	DEFORMACION AL CINCUENTA PORCIENTO
1	6.76	1.09	3.89
2	3.28	0.67	5.48
3	5.25	1.18	3.77
4	8.59	1.08	4.35

Fuente: Elaboración Propia

*Tabla 45. Módulo de Young en pilas de adobe tradicional con tierra de San Sebastián-  
Cusco al 2% de paja.*

<b>PILA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>CARGA EN EL MOMENTO DE FALLA(kg)</b>	5035.00	3280.00	5042.00	4525.00
<b>SUPERFICIE DE LA CARGA EN CONTACTO(cm<sup>2</sup>)</b>	302.56	299.51	302.54	301.96
<b>CARGA AL 15%</b>	755.30	492.00	756.30	678.80
<b>CARGA AL 50%</b>	2517.50	1640.00	2521.00	2262.50
<b>VARIACION DE CARGA</b>	1762.25	1148.00	1764.70	1583.75
<b>VARIACION DE ESFUERZO</b>	5.82	3.83	5.83	5.24
<b>DEFORMACION AL 15%</b>	1.09	0.67	1.18	1.08
<b>DEFORMACION AL 50%</b>	3.89	5.48	3.77	4.35
<b>VARIACION DE DEFORMACION</b>	2.80	4.81	2.59	3.27
<b>DISTANCIA ENTRE TACOS(cm)</b>	25.00	25.00	25.00	25.00
<b>VARIACION DE <math>\epsilon</math></b>	0.01120	0.01924	0.01036	0.01308
<b>MODULO DE YOUNG</b>	520.04	199.22	563.04	400.99

<b>MODULO DE YOUNG DE LA PILA PROM. (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>420.82</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR DEL MODULO DE YOUNG(Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	141.04
<b>COEFICIENTE DE VARIACION DEL MODULO DE YOUNG (%)</b>	33.52%

*Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados que se obtienen del Módulo de Young en pilas de adobe tradicional con tierra de San Sebastián- Cusco al 2% de paja son:

- Módulo de Young de la pila promedio es de 420.82 kg/cm
- Desviación estándar del módulo de Young es de 141.04
- Coeficiente de variación del módulo de Young (%) es de 33.52 %



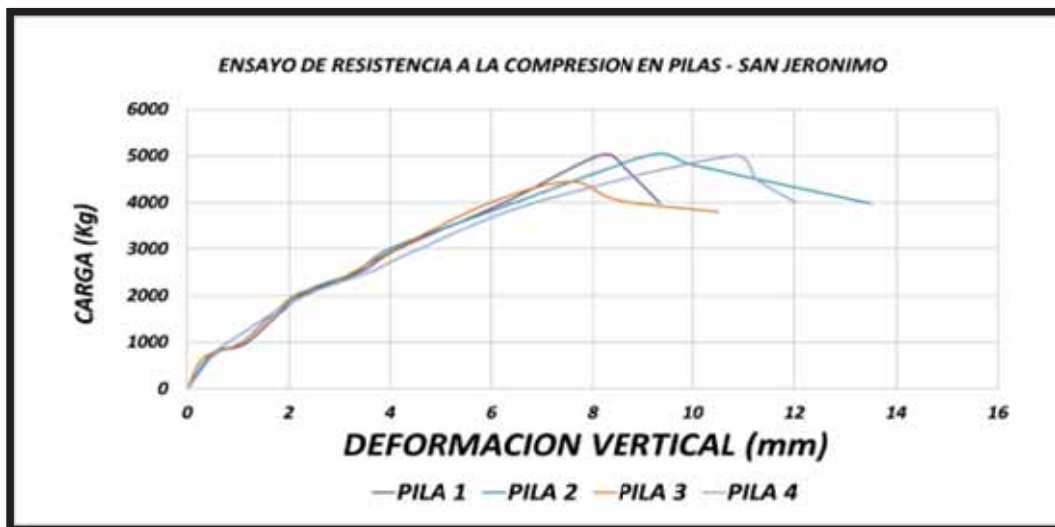


Figura 42. Carga (kg) vs Deformación vertical (mm) en pilas de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo – Cusco al 2% de paja.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 46. Deformación vertical máxima, al 15% y al 50% de pilas de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo – Cusco al 2% de paja.

PILA	DEFORMACION MAXIMA (milímetros)	DEFORMACION AL QUINCE PORCIENTO	DEFORMACION AL CINCUENTA PORCIENTO
1	6.76	0.55	3.42
2	3.28	0.48	3.35
3	5.25	0.32	2.78
4	8.59	0.52	3.58

Fuente: Elaboración Propia

*Tabla 47. Módulo de Young en pilas de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo-  
Cusco al 2% de paja.*

<b>PILA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>CARGA EN EL MOMENTO DE FALLA(kg)</b>	5014.00	5035.00	4445.00	4998.00
<b>SUPERFICIE DE LA CARGA EN CONTACTO(cm<sup>2</sup>)</b>	299.51	301.34	303.80	303.78
<b>CARGA AL 15%</b>	752.10	755.30	666.80	749.70
<b>CARGA AL 50%</b>	2507.00	2517.50	2222.50	2499.00
<b>VARIACION DE CARGA</b>	1754.90	1762.25	1555.75	1749.30
<b>VARIACION DE ESFUERZO</b>	5.86	5.85	5.12	5.76
<b>DEFORMACION AL 15%</b>	0.55	0.48	0.32	0.52
<b>DEFORMACION AL 50%</b>	3.42	3.35	2.78	3.58
<b>VARIACION DE DEFORMACION</b>	2.87	2.87	2.46	3.06
<b>DISTANCIA ENTRE TACOS(cm)</b>	25.00	25.00	25.00	25.00
<b>VARIACION DE <math>\epsilon</math></b>	0.01148	0.01148	0.00984	0.01224
<b>MODULO DE YOUNG</b>	510.39	509.41	520.42	570.46

<b>MODULO DE YOUNG DE LA PILA PROM. (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>502.67</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR DEL MODULO DE YOUNG(Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	19.09
<b>COEFICIENTE DE VARIACION DEL MODULO DE YOUNG (%)</b>	3.80%

*Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados que se obtienen del Módulo de Young en pilas de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo- Cusco al 2% de paja son:

- Módulo de Young de la pila promedio es de 502.67 kg/cm
- Desviación estándar del módulo de Young es de 19.09
- Coeficiente de variación del módulo de Young (%) es de 3.80 %

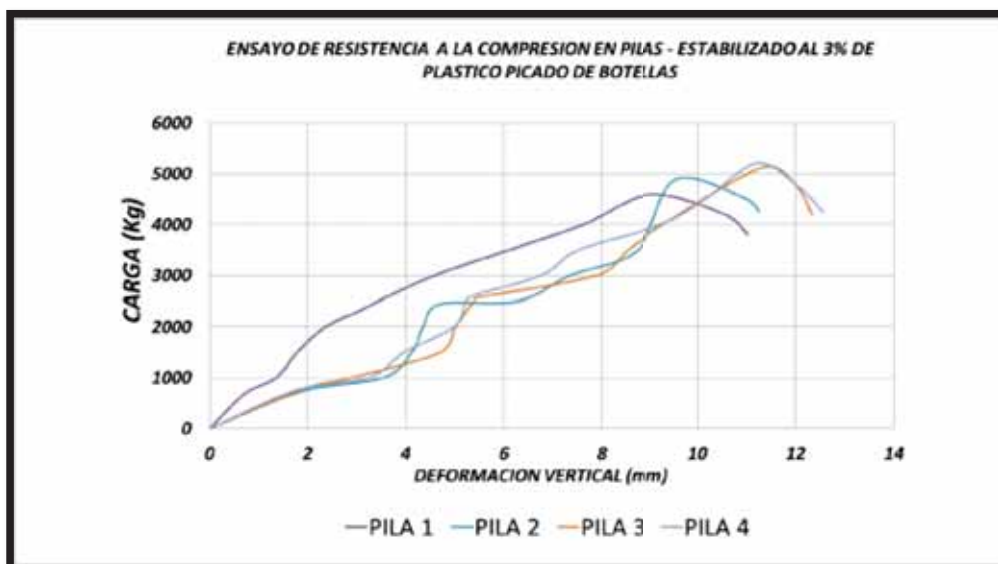


Figura 43. Carga (kg) vs Deformación vertical (mm) en pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 48. Deformación vertical máxima, al 15% y al 50% de pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas

PILA	DEFORMACION MAXIMA (milímetros)	DEFORMACION AL QUINCE PORCIENTO	DEFORMACION AL CINCUENTA PORCIENTO
1	9.02	0.72	3.01
2	10.91	1.88	4.68
3	11.32	1.92	5.43
4	11.2	1.76	5.35

Fuente: Elaboración Propia

*Tabla 49. Módulo de Young en pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 3 % de plástico picado de botellas.*

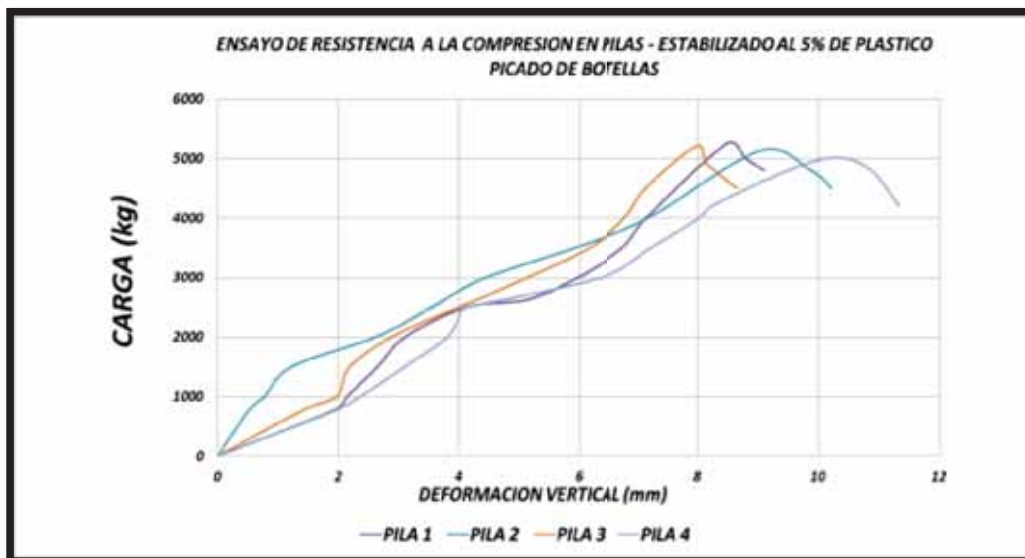
<b>PILA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>CARGA EN EL MOMENTO DE FALLA(kg)</b>	4590.00	4885.00	5125.00	5205.00
<b>SUPERFICIE DE LA CARGA EN CONTACTO(cm<sup>2</sup>)</b>	303.18	301.96	303.16	301.32
<b>CARGA AL 15%</b>	688.50	732.80	768.80	780.80
<b>CARGA AL 50%</b>	2295.00	2442.50	2562.50	2602.50
<b>VARIACION DE CARGA</b>	1606.50	1709.75	1793.75	1821.75
<b>VARIACION DE ESFUERZO</b>	5.30	5.66	5.92	6.05
<b>DEFORMACION AL 15%</b>	0.72	1.88	1.92	1.76
<b>DEFORMACION AL 50%</b>	3.01	4.68	5.43	5.35
<b>VARIACION DE DEFORMACION</b>	2.29	2.80	3.51	3.59
<b>DISTANCIA ENTRE TACOS(cm)</b>	25.00	25.00	25.00	25.00
<b>VARIACION DE <math>\epsilon</math></b>	0.00916	0.01120	0.01404	0.01436
<b>MODULO DE YOUNG</b>	578.48	505.56	421.43	421.02

<b>MODULO DE YOUNG DE LA PILA PROM. (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>481.62</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR DEL MODULO DE YOUNG(Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	65.67
<b>COEFICIENTE DE VARIACION DEL MODULO DE YOUNG (%)</b>	13.63%

*Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados que se obtienen del Módulo de Young en pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 3 % de plástico picado de botellas son:

- Módulo de Young de la pila promedio es de 481.62 kg/cm
- Desviación estándar del módulo de Young es de 65.67
- Coeficiente de variación del módulo de Young (%) es de 13.63 %



*Figura 44. Carga (kg) vs Deformación vertical (mm) en pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas.*

*Fuente: Elaboración Propia*

*Tabla 50. Deformación vertical máxima, al 15% y al 50% en pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas*

PILA	DEFORMACION MAXIMA (milímetros)	DEFORMACION AL QUINCE PORCIENTO	DEFORMACION AL CINCUENTA PORCIENTO
<b>1</b>	8.49	1.97	5.14
<b>2</b>	9.04	0.52	3.66
<b>3</b>	7.98	1.44	4.25
<b>4</b>	10.3	1.92	4.15

*Fuente: Elaboración Propia*

*Tabla 51. . Módulo de Young en pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5 % de plástico picado de botellas.*

<b>PILA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>CARGA EN EL MOMENTO DE FALLA(kg)</b>	5250.50	5128.50	5203.50	5010.50
<b>SUPERFICIE DE LA CARGA EN CONTACTO(cm<sup>2</sup>)</b>	309.50	311.25	310.63	309.63
<b>CARGA AL 15%</b>	787.60	769.30	780.50	751.60
<b>CARGA AL 50%</b>	2625.30	2564.30	2601.80	2505.30
<b>VARIACION DE CARGA</b>	1837.68	1794.98	1821.23	1753.68
<b>VARIACION DE ESFUERZO</b>	5.94	5.77	5.86	5.66
<b>DEFORMACION AL 15%</b>	1.97	0.52	1.44	1.92
<b>DEFORMACION AL 50%</b>	5.14	3.66	4.25	4.15
<b>VARIACION DE DEFORMACION</b>	3.17	3.14	2.81	2.23
<b>DISTANCIA ENTRE TACOS(cm)</b>	25.00	25.00	25.00	25.00
<b>VARIACION DE <math>\epsilon</math></b>	0.01268	0.01256	0.01124	0.00892
<b>MODULO DE YOUNG</b>	468.26	459.16	521.62	634.95

<b>MODULO DE YOUNG DE LA PILA PROM. (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>521.00</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR DEL MODULO DE YOUNG(Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	69.99
<b>COEFICIENTE DE VARIACION DEL MODULO DE YOUNG (%)</b>	13.43%

*Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados que se obtienen del Módulo de Young en pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5 % de plástico picado de botellas son:

- Módulo de Young de la pila promedio es de 521.00 kg/cm
- Desviación estándar del módulo de Young es de 69.99
- Coeficiente de variación del módulo de Young (%) es de 13.43 %

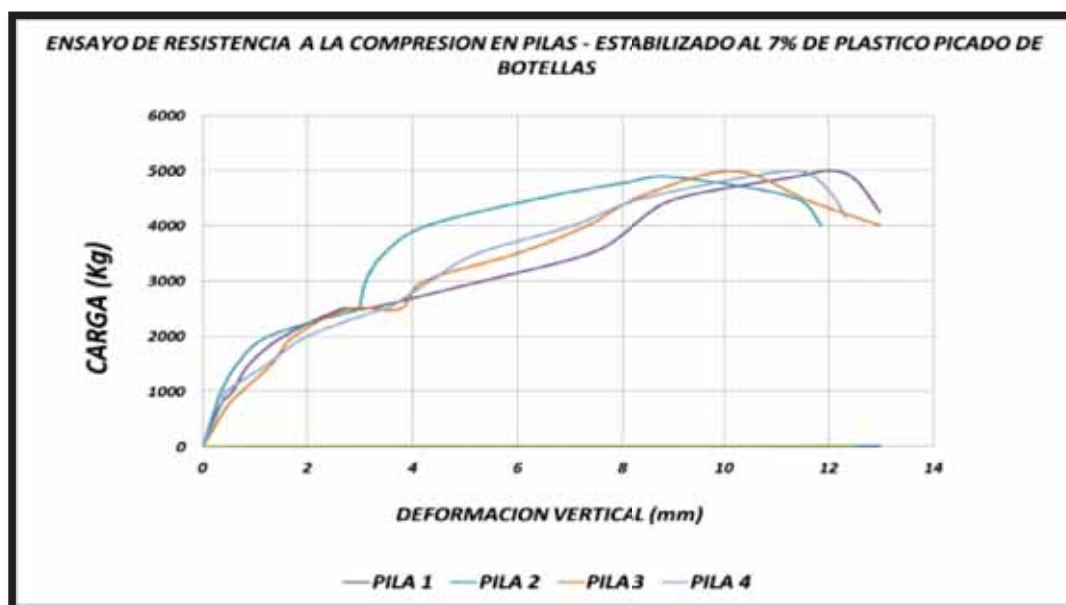


Figura 45. Carga (kg) vs Deformación vertical (mm) en pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 52. Deformación vertical máxima, al 15% y al 50% en pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas

PILA	DEFORMACION MAXIMA (milímetros)	DEFORMACION AL QUINCE PORCIENTO	DEFORMACION AL CINCUENTA PORCIENTO
1	12.01	0.33	3.12
2	9.01	0.25	2.8
3	10.15	0.48	2.77
4	11.33	0.35	3.52

Fuente: Elaboración Propia



*Tabla 53. Módulo de Young en pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7 % de plástico picado de botellas*

<b>PILA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>CARGA EN EL MOMENTO DE FALLA(kg)</b>	5005.20	4890.50	4992.50	5001.30
<b>SUPERFICIE DE LA CARGA EN CONTACTO(cm<sup>2</sup>)</b>	305.04	305.03	303.81	303.20
<b>CARGA AL 15%</b>	750.80	733.60	748.90	750.20
<b>CARGA AL 50%</b>	2502.60	2445.30	2496.30	2500.70
<b>VARIACION DE CARGA</b>	1751.82	1711.68	1747.38	1750.46
<b>VARIACION DE ESFUERZO</b>	5.74	5.61	5.75	5.77
<b>DEFORMACION AL 15%</b>	0.33	0.25	0.48	0.35
<b>DEFORMACION AL 50%</b>	3.12	2.80	2.77	3.52
<b>VARIACION DE DEFORMACION</b>	2.79	2.55	2.29	3.17
<b>DISTANCIA ENTRE TACOS(cm)</b>	25.00	25.00	25.00	25.00
<b>VARIACION DE <math>\epsilon</math></b>	0.01116	0.01020	0.00916	0.01268
<b>MODULO DE YOUNG</b>	514.60	550.16	627.90	455.31

<b>MODULO DE YOUNG DE LA PILA PROM. (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>536.99</b>
<b>DESVIACION ESTANDAR DEL MODULO DE YOUNG(Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	62.47
<b>COEFICIENTE DE VARIACION DEL MODULO DE YOUNG (%)</b>	12.00%

*Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados que se obtienen del Módulo de Young en pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7 % de plástico picado de botellas son:

- Módulo de Young de la pila promedio es de 536.99 kg/cm
- Desviación estándar del módulo de Young es de 62.47
- Coeficiente de variación del módulo de Young (%) es de 12.00 %

*Tabla 54. PROMEDIO DE LOS MÓDULOS DE YOUNG DE LAS PILAS.*

<b>TIPO DE PILA</b>	<b>MODULO DE YOUNG DE LA PILA PROM. (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>DESV. ESTANDAR DEL MODULO DE YOUNG (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>COEF. DE VARIACION DEL MODULO DE YOUNG (%)</b>
<b>Pila de Adobe tradicional con tierra de San Sebastián-Cusco al 2 % de paja</b>	<b>420.82</b>	<b>141.04</b>	<b>33.52%</b>
<b>Pila de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja</b>	<b>502.67</b>	<b>19.09</b>	<b>3.80%</b>
<b>Pila de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2 % de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas</b>	<b>481.62</b>	<b>65.67</b>	<b>13.63%</b>
<b>Pila de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2 % de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas</b>	<b>521.00</b>	<b>69.99</b>	<b>13.43%</b>
<b>Pila de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2 % de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas</b>	<b>536.99</b>	<b>62.47</b>	<b>12%</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

#### 4.1.7 DESARROLLO DE DATOS Y RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES DE ADOBE.

*Tabla 55. Resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe tradicional con tierra de San Sebastián – Cusco al 2% de paja.*

Resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe tradicional con tierra de San Sebastián – Cusco al 2% de paja.						
MURETE	DIMENSIONES DEL MURETE (centímetros)			SUPERFICIE DE LA CARA EN CONTACTO (cm <sup>2</sup> ) (2ae <sub>m</sub> )	CARGA EN EL INSTANTE QUE EL MURETE DE ADOBE FALLA (KG)	RESISTENCIA DEL MURETE DE ADOBE A COMPRESIÓN DIAGONAL V <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
	LONGITUD D (cm)	ALTURA A (cm)	ESPESOR R (cm)			
1	36.7	36.8	12.45	913.83	1555	1.70
2	36.6	36.7	12.46	912.07	1815	1.99
3	36.8	36.75	12.48	918.53	1535	1.67
4	36.7	36.65	12.45	913.83	1290	1.41
<b>Resistencia a compresión diagonal del murete de adobe promedio V<sub>m</sub></b>						1.69
<b>Desviación estándar de la resistencia a compresión diagonal del murete de adobe</b>						0.20
<b>Coefficiente de Variación de la resistencia a compresión diagonal del murete de adobe</b>						12.10%
<b>Resistencia a compresión diagonal característica del murete de adobe V'<sub>m</sub></b>						1.49

*Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados que se obtienen de la resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe tradicional con tierra de San Sebastián – Cusco al 2% de paja son:

- Resistencia a compresión diagonal del murete de adobe promedio es de 1.69 kg/cm<sup>2</sup>
- Desviación estándar de la resistencia a compresión diagonal del murete de adobe es de 0.20
- Coeficiente de variación de la resistencia a compresión diagonal del murete de adobe es de 12.10 %
- Resistencia a compresión diagonal característica del murete de adobe es de 1.49 kg/cm<sup>2</sup>

*Tabla 56. Resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo – Cusco al 2% de paja.*

Resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo – Cusco al 2% de paja.						
MURETE	DIMENSIONES DEL MURETE (centímetros)			SUPERFICIE DE LA CARA EN CONTACTO (cm <sup>2</sup> ) (2ae <sub>m</sub> )	CARGA EN EL INSTANTE QUE EL MURETE DE ADOBE FALLA (KG)	RESISTENCIA DEL MURETE DE ADOBE A COMPRESIÓN DIAGONAL V <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	ESPESOR (cm)			
1	36.8	36.6	12.46	917.06	1505	1.64
2	36.7	36.8	12.45	913.83	1825	2.00
3	36.6	36.7	12.47	912.80	1746	1.91
4	36.7	36.5	12.45	913.83	1322	1.45
<b>Resistencia a compresión diagonal del murete de adobe promedio V<sub>m</sub></b>						1.75
<b>Desviación estándar de la resistencia a compresión diagonal del murete de adobe</b>						0.22
<b>Coefficiente de Variación de la resistencia a compresión diagonal del murete de adobe</b>						12.50%
<b>Resistencia a compresión diagonal característica del murete de adobe V'<sub>m</sub></b>						1.53

*Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados que se obtienen de la resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo – Cusco al 2% de paja son:

- Resistencia a compresión diagonal del murete de adobe promedio es de 1.75 kg/cm<sup>2</sup>
- Desviación estándar de la resistencia a compresión diagonal del murete de adobe es de 0.22
- Coeficiente de variación de la resistencia a compresión diagonal del murete de adobe es de 12.50 %
- Resistencia a compresión diagonal característica del murete de adobe es de 1.53 kg/cm<sup>2</sup>

*Tabla 57. Resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas*

Resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas.						
MURETE	DIMENSIONES DEL MURETE (centímetros)			SUPERFICIE DE LA CARA EN CONTACTO (cm <sup>2</sup> ) (2a <sub>em</sub> )	CARGA EN EL INSTANTE QUE EL MURETE DE ADOBE FALLA (KG)	RESISTENCIA DEL MURETE DE ADOBE A COMPRESIÓN DIAGONAL V <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
	LONGITUD D (cm)	ALTURA A (cm)	ESPESOR R (cm)			
1	36.75	36.7	12.47	916.55	1280	1.40
2	36.65	36.75	12.46	913.32	1650	1.81
3	36.8	36.65	12.38	911.17	1890	2.07
4	36.7	36.6	12.45	913.83	1880	2.06
<b>Resistencia a compresión diagonal del murete de adobe promedio V<sub>m</sub></b>						1.83
<b>Desviación estándar de la resistencia a compresión diagonal del murete de adobe</b>						0.27
<b>Coefficiente de Variación de la resistencia a compresión diagonal del murete de adobe</b>						14.93%
<b>Resistencia a compresión diagonal característica del murete de adobe V'<sub>m</sub></b>						1.56

*Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados que se obtienen de la resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas de paja son:

- Resistencia a compresión diagonal del murete de adobe promedio es de 1.83 kg/cm<sup>2</sup>
- Desviación estándar de la resistencia a compresión diagonal del murete de adobe es de 0.27
- Coeficiente de variación de la resistencia a compresión diagonal del murete de adobe es de 14.93 %
- Resistencia a compresión diagonal característica del murete de adobe es de 1.56 kg/cm<sup>2</sup>

*Tabla 58. Resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas.*

Resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas.						
MURETE	DIMENSIONES DEL MURETE (centímetros)			SUPERFICIE DE LA CARA EN CONTACTO (cm <sup>2</sup> ) (2aem)	CARGA EN EL INSTANTE QUE EL MURETE DE ADOBE FALLA (KG)	RESISTENCIA DEL MURETE DE ADOBE A COMPRESIÓN DIAGONAL V <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	ESPESOR (cm)			
1	36.90	36.95	12.5	922.51	1690	1.83
2	36.85	36.85	12.49	920.51	1585	1.72
3	36.90	36.9	12.48	921.02	1690	1.83
4	37.98	36.85	12.47	947.22	2025	2.14
<b>Resistencia a compresión diagonal del murete de adobe promedio V<sub>m</sub></b>						1.88
<b>Desviación estándar de la resistencia a compresión diagonal del murete de adobe</b>						0.15
<b>Coefficiente de Variación de la resistencia a compresión diagonal del murete de adobe</b>						8.23%
<b>Resistencia a compresión diagonal característica del murete de adobe V'<sub>m</sub></b>						1.73

*Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados que se obtienen de la resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas de paja son:

- Resistencia a compresión diagonal del murete de adobe promedio es de 1.88 kg/cm<sup>2</sup>
- Desviación estándar de la resistencia a compresión diagonal del murete de adobe es de 0.15
- Coeficiente de variación de la resistencia a compresión diagonal del murete de adobe es de 8.23 %
- Resistencia a compresión diagonal característica del murete de adobe es de 1.73 kg/cm<sup>2</sup>

*Tabla 59. Resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas.*

Resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas.						
MURETE	DIMENSIONES DEL MURETE (centímetros)			SUPERFICIE DE LA CARA EN CONTACTO (cm <sup>2</sup> ) (2ae <sub>m</sub> )	CARGA EN EL INSTANTE QUE EL MURETE DE ADOBE FALLA (KG)	RESISTENCIA DEL MURETE DE ADOBE A COMPRESIÓN DIAGONAL V <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
	LONGITUD D (cm)	ALTURA A (cm)	ESPESOR R (cm)			
1	36.80	36.7	12.48	918.53	1800	1.96
2	36.70	36.65	12.47	915.30	1720	1.88
3	36.75	36.8	12.46	915.81	1600	1.75
4	36.65	36.75	12.45	912.59	1500	1.64
<b>Resistencia a compresión diagonal del murete de adobe promedio V<sub>m</sub></b>						1.81
<b>Desviación estándar de la resistencia a compresión diagonal del murete de adobe</b>						0.12
<b>Coefficiente de Variación de la resistencia a compresión diagonal del murete de adobe</b>						6.71%
<b>Resistencia a compresión diagonal característica del murete de adobe V<sub>m</sub></b>						1.69

*Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados que se obtienen de la resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas de paja son:

- Resistencia a compresión diagonal del murete de adobe promedio es de 1.81 kg/cm<sup>2</sup>
- Desviación estándar de la resistencia a compresión diagonal del murete de adobe es de 0.12
- Coeficiente de variación de la resistencia a compresión diagonal del murete de adobe es de 6.71 %
- Resistencia a compresión diagonal característica del murete de adobe es de 1.69 kg/cm<sup>2</sup>



*Tabla 60. . PROMEDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES DE ADOBE.*

<b>TIPO DE MURETE</b>	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL DEL MURETE DE ADOBE PROMEDIO <math>V_M</math></b>	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL DEL MURETE DE ADOBE</b>	<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL DEL MURETE DE ADOBE</b>	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL CARACTERÍSTICA DEL MURETE DE ADOBE <math>V'_m</math></b>
Murete de adobe tradicional con tierra de San Sebastián-Cusco al 2 % de paja	<b>1.69</b>	<b>0.20</b>	<b>12.10%</b>	<b>1.49</b>
Murete de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja	<b>1.75</b>	<b>0.22</b>	<b>12.50%</b>	<b>1.53</b>
Murete de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2 % de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas	<b>1.83</b>	<b>0.27</b>	<b>14.93%</b>	<b>1.56</b>
Murete de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2 % de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas	<b>1.88</b>	<b>0.15</b>	<b>8.23%</b>	<b>1.73</b>
Murete de Adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2 % de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas	<b>1.81</b>	<b>0.12</b>	<b>6.71%</b>	<b>1.69</b>

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.1.8 RESISTENCIA AL CORTE DE MURETES

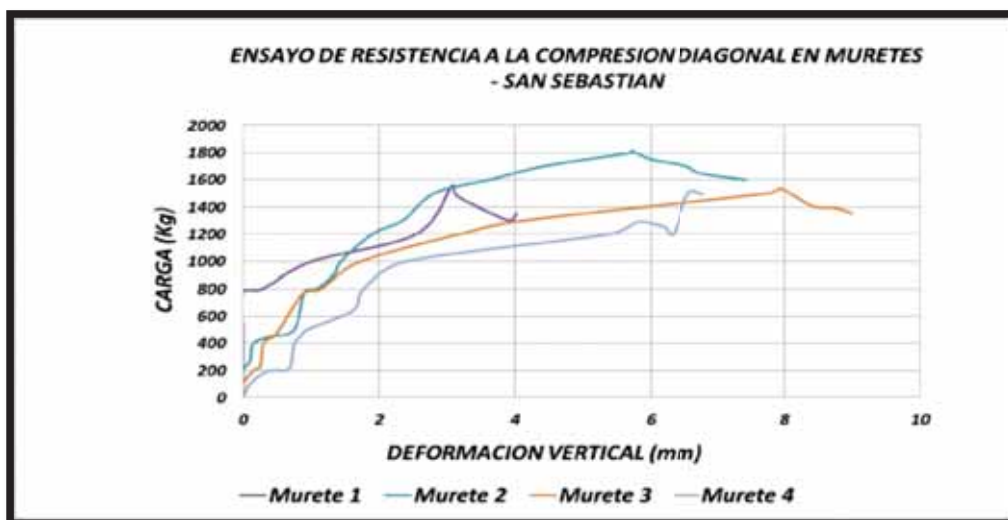


Figura 46. Carga (kg) vs Deformación vertical (mm) en muretes de adobe tradicional con tierra de San Sebastián – Cusco al 2% de paja.  
Fuente: Elaboración Propia



Figura 47. Carga (kg) vs Deformación horizontal (mm) en muretes de adobe tradicional con tierra de San Sebastián – Cusco al 2% de paja.  
Fuente: Elaboración Propia

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE ADOBE  
CON ADICIÓN DE BOTELLAS DE PLÁSTICO PICADO EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2018”**

*Tabla 61. Deformaciones vertical (mm) y horizontal (mm) unitarias al 15% y al 50% de muretes de adobe tradicional con tierra de San Sebastián – Cusco al 2% de paja.*

DEF. VERTICAL (milímetros)				DEF. HORIZONTAL (milímetros)			
MURETE	DEFORMACION MAXIMA	DEF. AL QUINCE PORCIENTO	DEF. AL QUINCE PORCIENTO	MURETE	DEFORMACION MAXIMA	DEF. AL QUINCE PORCIENTO	DEF. AL QUINCE PORCIENTO
1	3.1	0.0	0.0	<b>1</b>	3.0	0.0	0.6
2	5.7	0.1	1.3	<b>2</b>	2.3	0.0	0.3
3	7.9	0.3	0.9	<b>3</b>	0.3	0.0	0.0
4	5.8	0.4	1.6	<b>4</b>	0.9	0.1	0.4

*Fuente: Elaboración Propia*

*Tabla 62. Resistencia al corte de muretes de adobe tradicional con tierra de San Sebastián – Cusco al 2% de paja.*

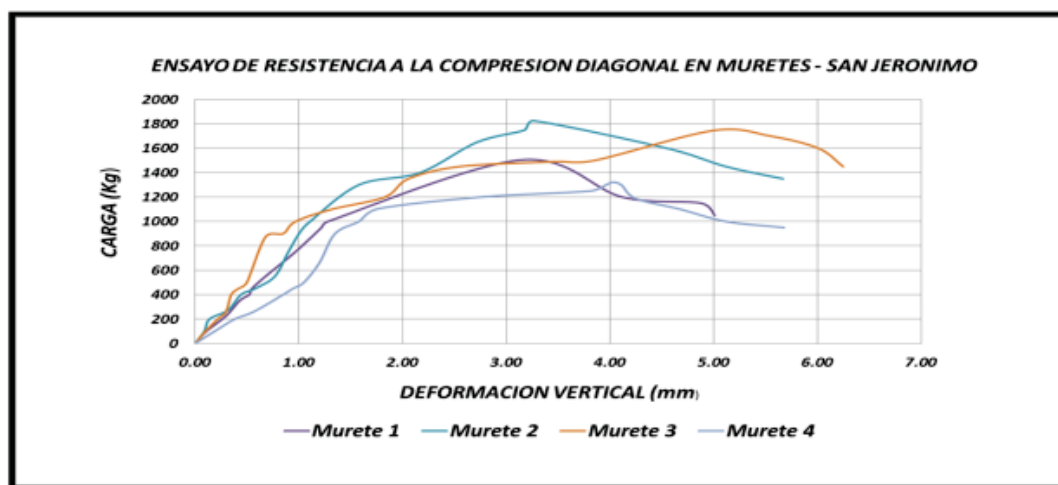
MURETE	1	2	3	4
CARGA EN EL MOMENTO DE FALLA(kg)	1555.00	1815.00	1535.00	1290.00
SUPERFICIE DE LA CARGA EN CONTACTO(cm <sup>2</sup> )	913.83	912.07	918.53	913.83
CARGA AL 15%	233.25	272.25	230.25	193.50
CARGA AL 50%	777.50	907.50	767.50	645.00
VARIACION DE CARGA	544.25	635.25	537.25	451.50
VARIACION DE ESFUERZO DE CORTE	0.60	0.70	0.58	0.49
VARIACION DE LA DEFORMACION EN EL EJE VERTICAL	0.00	1.24	0.63	1.27
DISTANCIA ENTRE LOS TACOS EN EL EJE VERTICAL(cm)	20.00	20.00	20.00	20.00
VARIACION DE $\epsilon$ EN EL EJE VERTICAL	0.00	0.0062	0.00315	0.00635
VARIACION DE LA DEFORMACION EN EL EJE HORIZONTAL	0.55	0.25	0.00	0.31
DISTANCIA ENTRE LOS TACOS EN EL EJE HORIZONTAL(cm)	20.00	20.00	20.00	20.00
VARIACION DE $\epsilon$ EN EL EJE HORIZONTAL	0.00275	0.00125	0.00	0.00154
Y	0.00275	0.00745	0.00315	0.00789
RESISTENCIA AL CORTE DEL MURETE (kg/cm <sup>2</sup> )	216.57	93.49	185.68	62.66

RESISTENCIA AL CORTE DEL MURETE (kg/cm <sup>2</sup> )	139.60
DESVIACION ESTANDAR DE RESISTENCIA AL CORTE DEL MURETE (kg/cm <sup>2</sup> )	63.43
COEFICIENTE DE VARIACION DE RESISTENCIA AL CORTE DEL MURETE (kg/cm <sup>2</sup> )	45.00%

*Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados que se obtienen de la resistencia al corte de muretes de adobe tradicional con tierra de San Sebastián- Cusco al 2% de paja son:

- Resistencia al corte del murete promedio es de 139.60 kg/cm<sup>2</sup>
- Desviación estándar de resistencia al corte del murete es de 63.43
- Coeficiente de variación de resistencia al corte del murete es de 33.52 %



*Figura 48 Carga (kg) vs Deformación vertical (mm) en muretes de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo – Cusco al 2% de paja.*

*Fuente: Elaboración Propia*



*Figura 49 Carga (kg) vs Deformación horizontal (mm) en muretes de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo – Cusco al 2% de paja.  
Fuente: Elaboración Propia*

*Tabla 63. Deformaciones vertical (mm) y horizontal (mm) unitarias al 15% y al 50% de muretes de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo – Cusco al 2% de paja.*

DEF. VERTICAL (milímetros)				DEF. HORIZONTAL (milímetros)			
MURETE	DEFORMACION MAXIMA	DEF. AL QUINCE PORCIENTO	DEF. AL QUINCE PORCIENTO	MURETE	DEFORMACION MAXIMA	DEF. AL QUINCE PORCIENTO	DEF. AL QUINCE PORCIENTO
1	3.15	0.30	0.97	1	0.19	0.08	0.26
2	3.27	0.32	1.01	2	1.78	0.3	0.97
3	5	0.30	0.68	3	5.88	0.35	0.99
4	4.03	0.38	1.2	4	1.01	0.19	0.45

*Fuente: Elaboración Propia*

*Tabla 64. Resistencia al corte en muretes de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo – Cusco al 2% de paja.*

MURETE	1	2	3	4
CARGA EN EL MOMENTO DE FALLA(kg)	1505.00	1825.00	1746.00	1322.00
SUPERFICIE DE LA CARGA EN CONTACTO(cm <sup>2</sup> )	917.06	913.83	912.80	913.83
CARGA AL 15%	225.75	273.75	261.90	198.30
CARGA AL 50%	752.50	912.50	873.00	661.00
VARIACION DE CARGA	526.75	638.75	611.10	462.70
VARIACION DE ESFUERZO DE CORTE	0.57	0.70	0.67	0.51
VARIACION DE LA DEFORMACION EN EL EJE VERTICAL	0.67	0.69	0.38	0.82
DISTANCIA ENTRE LOS TACOS EN EL EJE VERTICAL(cm)	20.00	20.00	20.00	20.00
VARIACION DE $\epsilon$ EN EL EJE VERTICAL	0.003350	0.003464	0.001900	0.004100
VARIACION DE LA DEFORMACION EN EL EJE HORIZONTAL	0.18	0.67	0.64	0.26
DISTANCIA ENTRE LOS TACOS EN EL EJE HORIZONTAL(cm)	20.00	20.00	20.00	20.00
VARIACION DE $\epsilon$ EN EL EJE HORIZONTAL	0.000875	0.003336	0.003200	0.001300
Y	0.00423	0.00680	0.00510	0.00540
RESISTENCIA AL CORTE DEL MURETE (kg/cm <sup>2</sup> )	135.95	102.78	131.27	93.76

RESISTENCIA AL CORTE DEL MURETE (kg/cm <sup>2</sup> )	115.90
DESVIACION ESTANDAR DE RESISTENCIA AL CORTE DEL MURETE (kg/cm <sup>2</sup> )	18.00
COEFICIENTE DE VARIACION DE RESISTENCIA AL CORTE DEL MURETE (kg/cm <sup>2</sup> )	16.00%

*Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados que se obtienen de la resistencia al corte de muretes de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo- Cusco al 2% de paja son:

- Resistencia al corte del murete promedio es de 115.90 kg/cm<sup>2</sup>
- Desviación estándar de resistencia al corte del murete es de 18.00
- Coeficiente de variación de resistencia al corte del murete es de 16.00 %

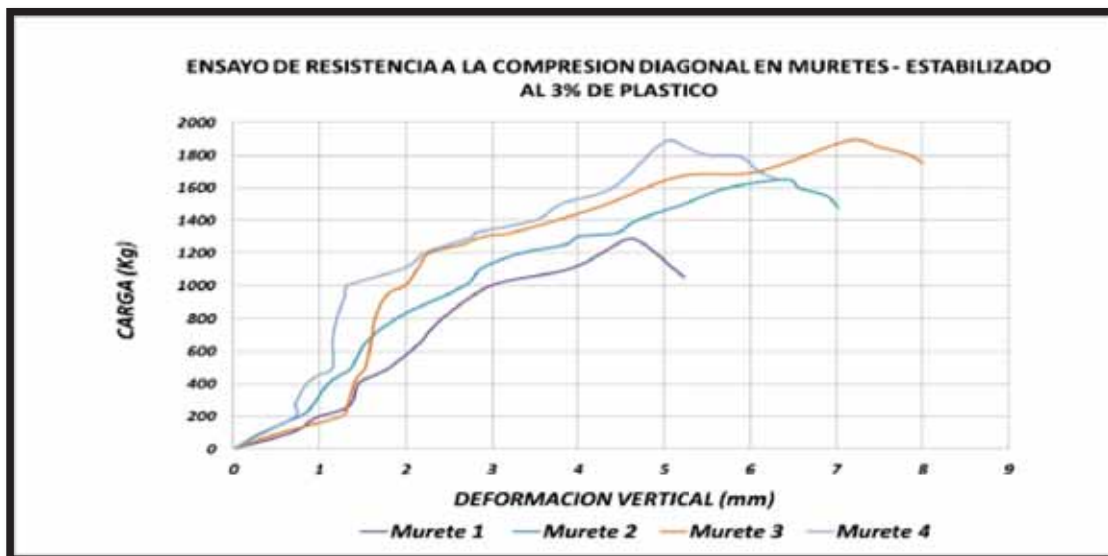


Figura 50 Carga (kg) vs Deformación vertical (mm) en muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas.

Fuente: Elaboración Propia

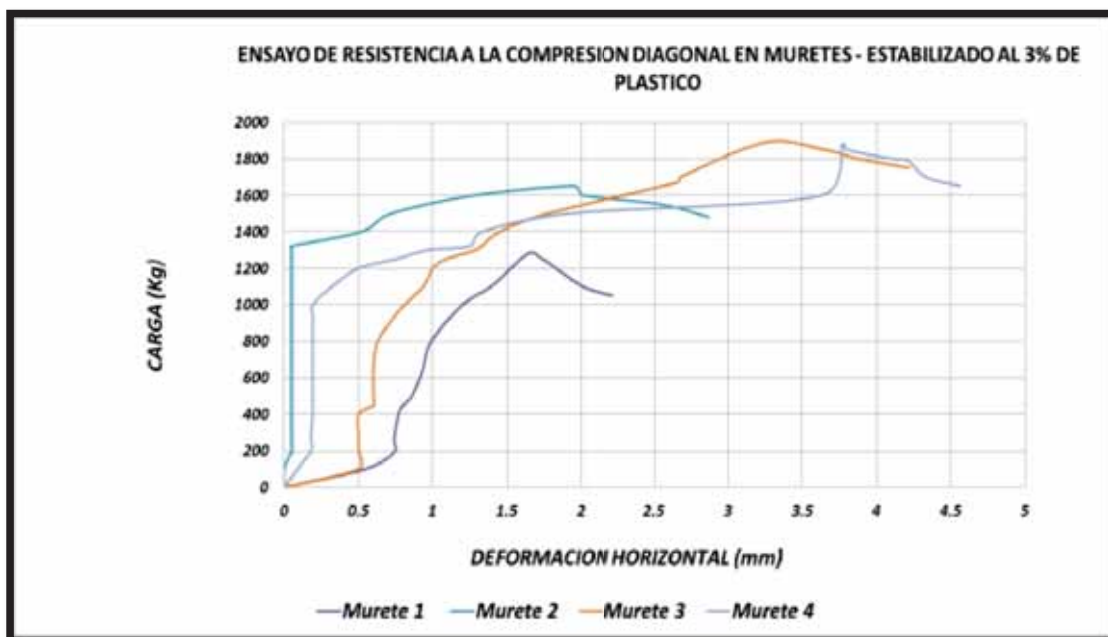


Figura 51 Carga (kg) vs Deformación horizontal (mm) en muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas.

Fuente: Elaboración Propia

*Tabla 65. Deformaciones vertical (mm) y horizontal (mm) unitarias al 15% y al 50% de muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas.*

DEF. VERTICAL (milímetros)				DEF. HORIZONTAL (milímetros)			
MURETE	DEFORMACION N MAXIMA	DEF. AL QUINCE PORCIENT O	DEF. AL QUINCE PORCIENT O	MURETE	DEFORMACION N MAXIMA	DEF. AL QUINCE PORCIENT O	DEF. AL QUINCE PORCIENT O
1	4.55	0.96	2.14	1	1.64	0.74	0.93
2	6.44	0.89	1.97	2	1.95	0.05	0.05
3	7.14	1.33	1.78	3	3.25	0.5	0.75
4	4.99	0.72	1.29	4	3.77	0.18	0.19

*Fuente: Elaboración Propia*

*Tabla 66. Resistencia al corte en muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas.*

MURETE	1	2	3	4
CARGA EN EL MOMENTO DE FALLA(kg)	1280.00	1650.00	1890.00	1880.00
SUPERFICIE DE LA CARGA EN CONTACTO(cm <sup>2</sup> )	916.55	913.32	911.17	913.83
CARGA AL 15%	192.00	247.50	283.50	282.00
CARGA AL 50%	640.00	825.00	945.00	940.00
VARIACION DE CARGA	448.00	577.50	661.50	658.00
VARIACION DE ESFUERZO DE CORTE	0.49	0.63	0.73	0.72
VARIACION DE LA DEFORMACION EN EL EJE VERTICAL	1.18	1.08	0.45	0.57
DISTANCIA ENTRE LOS TACOS EN EL EJE VERTICAL(cm)	20.00	20.00	20.00	20.00
VARIACION DE $\epsilon$ EN EL EJE VERTICAL	0.0059	0.0054	0.00225	0.00285
VARIACION DE LA DEFORMACION EN EL EJE HORIZONTAL	0.19	0.00	0.25	0.01
DISTANCIA ENTRE LOS TACOS EN EL EJE HORIZONTAL(cm)	20.00	20.00	20.00	20.00
VARIACION DE $\epsilon$ EN EL EJE HORIZONTAL	0.00095	0.00	0.00125	0.00005
$\gamma$	0.00685	0.00540	0.00350	0.00290
RESISTENCIA AL CORTE DEL MURETE (kg/cm <sup>2</sup> )	71.36	117.09	207.43	248.29



RESISTENCIA AL CORTE DEL MURETE (kg/cm <sup>2</sup> )	161.04
DESVIACION ESTANDAR DE RESISTENCIA AL CORTE DEL MURETE (kg/cm <sup>2</sup> )	70.25
COEFICIENTE DE VARIACION DE RESISTENCIA AL CORTE DEL MURETE (kg/cm <sup>2</sup> )	44.00%

*Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados que se obtienen de la resistencia al corte en muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas son:

- Resistencia al corte del murete promedio es de 161.04 kg/cm<sup>2</sup>
- Desviación estándar de resistencia al corte del murete es de 70.25
- Coeficiente de variación de resistencia al corte del murete es de 44.00 %

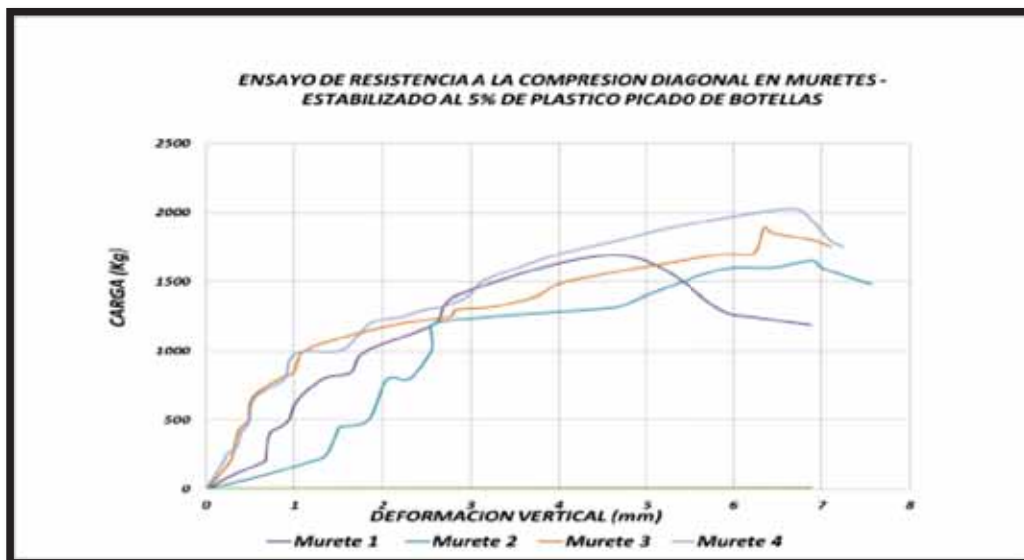


Figura 52 Carga (kg) vs Deformación vertical (mm) en muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas.

Fuente: Elaboración Propia

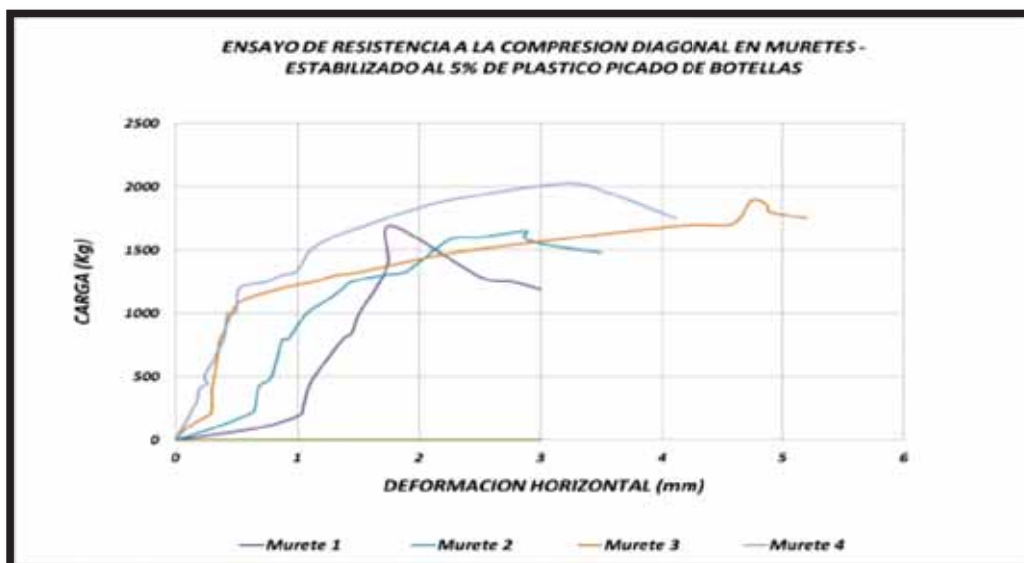


Figura 53 Carga (kg) vs Deformación horizontal (mm) en muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas

Fuente: Elaboración Propia

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FISICO MECANICO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA DE ADOBE  
CON ADICIÓN DE BOTELLAS DE PLASTICO PICADO EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2018”**

*Tabla 67. Deformaciones vertical (mm) y horizontal (mm) unitarias al 15% y al 50% de muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas.*

DEF. VERTICAL (milímetros)				DEF. HORIZONTAL (milímetros)			
MURETE	DEFORMACION MAXIMA	DEF. AL QUINCE PORCIENTO	DEF. AL QUINCE PORCIENTO	MURETE	DEFORMACION MAXIMA	DEF. AL QUINCE PORCIENTO	DEF. AL QUINCE PORCIENTO
1	4.7	0.68	1.64	1	1.78	1.05	1.45
2	5.85	1.35	2.05	2	2.26	0.65	0.88
3	5.79	0.3	0.4	3	4.14	0.3	0.4
4	6.65	0.35	0.5	4	3.21	0.18	0.5

*Fuente: Elaboración Propia*

*Tabla 68. Resistencia al corte en muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas.*

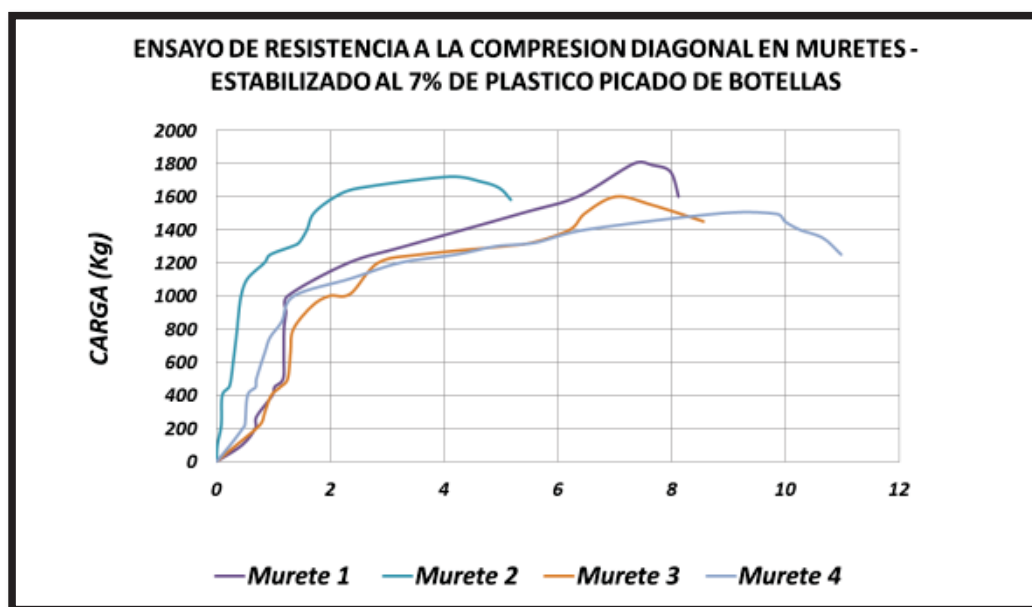
MURETE	1	2	3	4
CARGA EN EL MOMENTO DE FALLA(kg)	1690.00	1585.00	1690.00	2025.00
SUPERFICIE DE LA CARGA EN CONTACTO(cm <sup>2</sup> )	922.50	920.51	921.02	947.22
CARGA AL 15%	253.50	237.75	253.50	303.75
CARGA AL 50%	845.00	792.50	845.00	1012.50
VARIACION DE CARGA	591.50	554.75	591.50	708.75
VARIACION DE ESFUERZO DE CORTE	0.64	0.60	0.64	0.75
VARIACION DE LA DEFORMACION EN EL EJE VERTICAL	0.96	0.70	0.10	0.15
DISTANCIA ENTRE LOS TACOS EN EL EJE VERTICAL(cm)	20.00	20.00	20.00	20.00
VARIACION DE $\epsilon$ EN EL EJE VERTICAL	0.0048	0.0035	0.0005	0.00075
VARIACION DE LA DEFORMACION EN EL EJE HORIZONTAL	0.40	0.23	0.10	0.32
DISTANCIA ENTRE LOS TACOS EN EL EJE HORIZONTAL(cm)	20.00	20.00	20.00	20.00
VARIACION DE $\epsilon$ EN EL EJE HORIZONTAL	0.002	0.00115	0.0005	0.0016
Y	0.0068	0.00465	0.001	0.00235
RESISTENCIA AL CORTE DEL MURETE (kg/cm <sup>2</sup> )	94.29	129.60	642.22	318.40
RESISTENCIA AL CORTE DEL MURETE (kg/cm <sup>2</sup> )				296.13

DESVIACION ESTANDAR DE RESISTENCIA AL CORTE DEL MURETE (kg/cm <sup>2</sup> )	217.22
COEFICIENTE DE VARIACION DE RESISTENCIA AL CORTE DEL MURETE (kg/cm <sup>2</sup> )	73.00%

*Fuente: Elaboración Propia*

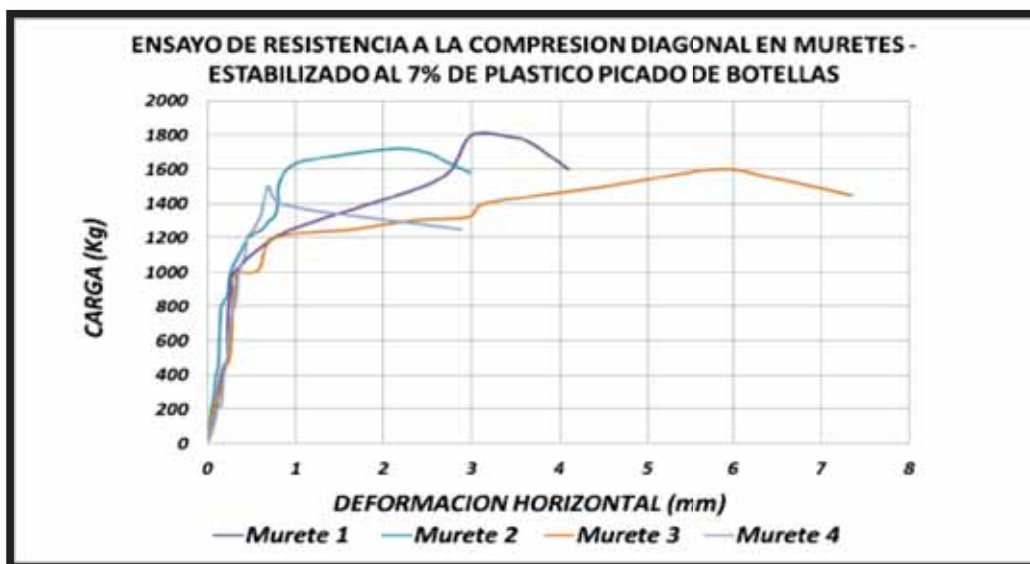
Los resultados que se obtienen de la resistencia al corte en muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas son:

- Resistencia al corte del murete promedio es de 269.13 kg/cm<sup>2</sup>
- Desviación estándar de resistencia al corte del murete es de 217.22
- Coeficiente de variación de resistencia al corte del murete es de 73.00%



*Figura 54 Carga (kg) vs Deformación vertical (mm) en muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas.*

*Fuente: Elaboración Propia*



*Figura 55. Carga (kg) vs Deformación horizontal (mm) en muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas  
Fuente: Elaboración Propia*

*Tabla 69. Deformaciones vertical (mm) y horizontal (mm) unitarias al 15% y al 50% de muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas*

DEF. VERTICAL (milímetros)				DEF. HORIZONTAL (milímetros)			
MURETE	DEFORMACION MAXIMA	DEF. AL QUINCE PORCIENTO	DEF. AL QUINCE PORCIENTO	MURETE	DEFORMACION MAXIMA	DEF. AL QUINCE PORCIENTO	DEF. AL QUINCE PORCIENTO
1	7.34	0.7	1.22	1	3	0.11	0.27
2	4.08	0.088	0.377	2	2.12	0.065	0.22
3	7.02	0.799	1.35	3	5.8	0.1	0.28
4	8.91	0.5	0.94	4	0.68	0.15	0.27

*Fuente: Elaboración Propia*

*Tabla 70. Resistencia al corte en muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas*

MURETE	1	2	3	4
CARGA EN EL MOMENTO DE FALLA(kg)	1800.00	1720.00	1600.00	1500.00
SUPERFICIE DE LA CARGA EN CONTACTO(cm <sup>2</sup> )	918.53	915.30	915.81	912.59
CARGA AL 15%	270.00	258.00	240.00	225.00
CARGA AL 50%	900.00	860.00	800.00	750.00
VARIACION DE CARGA	630.00	602.00	560.00	525.00
VARIACION DE ESFUERZO DE CORTE	0.69	0.66	0.61	0.58
VARIACION DE LA DEFORMACION EN EL EJE VERTICAL	0.52	0.29	0.55	0.44
DISTANCIA ENTRE LOS TACOS EN EL EJE VERTICAL(cm)	20.00	20.00	20.00	20.00
VARIACION DE $\epsilon$ EN EL EJE VERTICAL	0.002600	0.001445	0.002755	0.002200
VARIACION DE LA DEFORMACION EN EL EJE HORIZONTAL	0.16	0.16	0.18	0.12
DISTANCIA ENTRE LOS TACOS EN EL EJE HORIZONTAL(cm)	20.00	20.00	20.00	20.00
VARIACION DE $\epsilon$ EN EL EJE HORIZONTAL	0.000800	0.000775	0.0009	0.00060
Y	0.00340	0.00222	0.003655	0.00280
RESISTENCIA AL CORTE DEL MURETE (kg/cm <sup>2</sup> )	201.73	296.27	167.30	205.46

RESISTENCIA AL CORTE DEL MURETE (kg/cm <sup>2</sup> )	217.69
DESVIACION ESTANDAR DE RESISTENCIA AL CORTE DEL MURETE (kg/cm <sup>2</sup> )	47.74
COEFICIENTE DE VARIACION DE RESISTENCIA AL CORTE DEL MURETE (%)	22.00%

*Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados que se obtienen de la resistencia al corte en muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas son:

- Resistencia al corte del murete promedio es de 217.69 kg/cm<sup>2</sup>
- Desviación estándar de resistencia al corte del murete es de 47.74
- Coeficiente de variación de resistencia al corte del murete es de 22.00%

*Tabla 71. PROMEDIO RESISTENCIA AL CORTE DE MURETES DE ADOBE.*

<b>TIPO DE MURETE</b>	<b>RESISTENCIA AL CORTE DEL MURETE (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>DESVIACION ESTANDAR DE RESISTENCIA AL CORTE DEL MURETE (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>COEFICIENTE DE VARIACION DE RESISTENCIA AL CORTE DEL MURETE (%)</b>
<b>Murete de adobe tradicional con tierra de San Sebastián-Cusco al 2 % de paja</b>	139.60	63.43	45%
<b>Murete de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja</b>	115.90	18.0	16%
<b>Murete de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2 % de paja estabilizado al 3% de plástico picado de botellas</b>	161.04	70.25	44%
<b>Murete de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2 % de paja estabilizado al 5% de plástico picado de botellas</b>	296.13	217.22	73%
<b>Murete de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2 % de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas</b>	217.69	47.74	22%

*Fuente: Elaboración propia*

## CAPITULO V: ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

### 5.1. ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE ADOBE

#### 5.1.1. ANALISIS COMPARATIVO DE LA VARIABILIDAD DIMENSIONAL DE LAS UNIDADES DE ADOBE Y VARIABILIDAD VOLUMETRICA.

La comparación de la variabilidad dimensional de las unidades de albañilería de adobe se realiza mediante los siguientes gráficos:

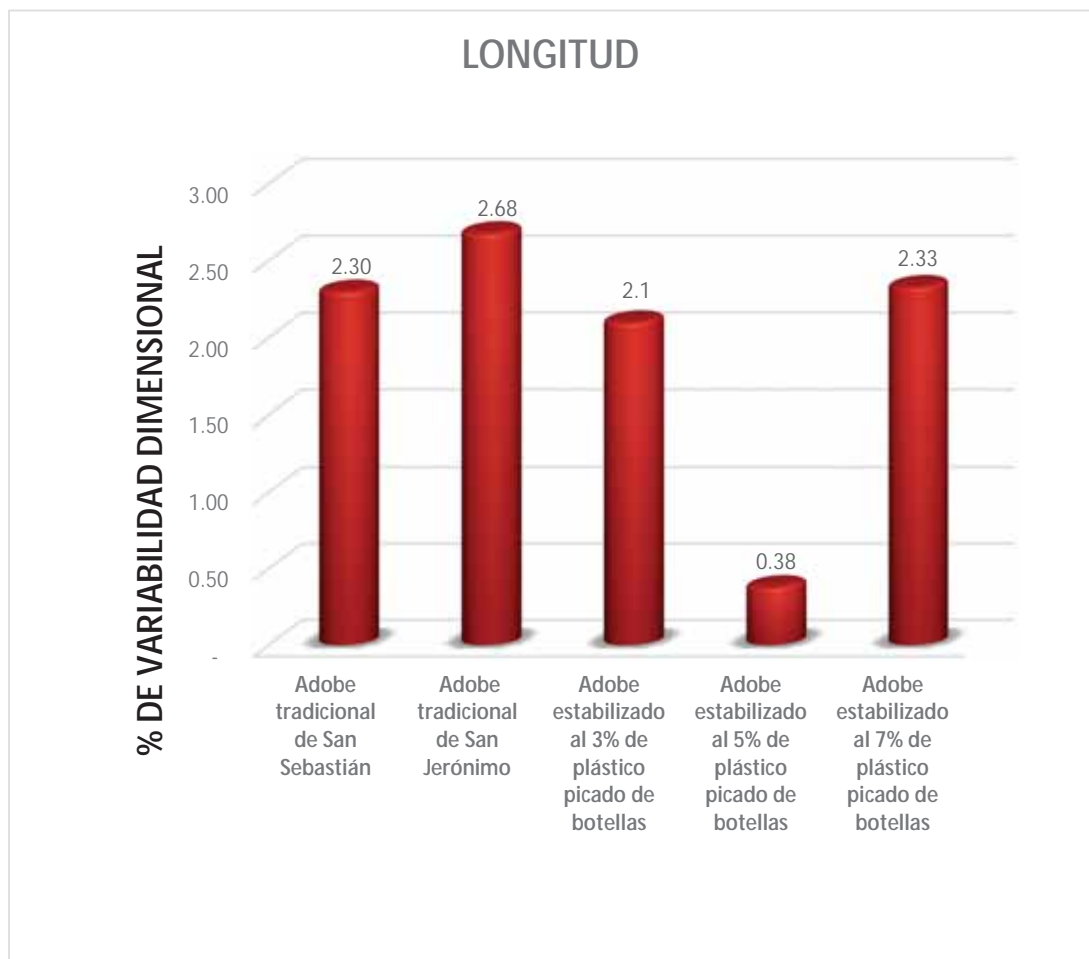
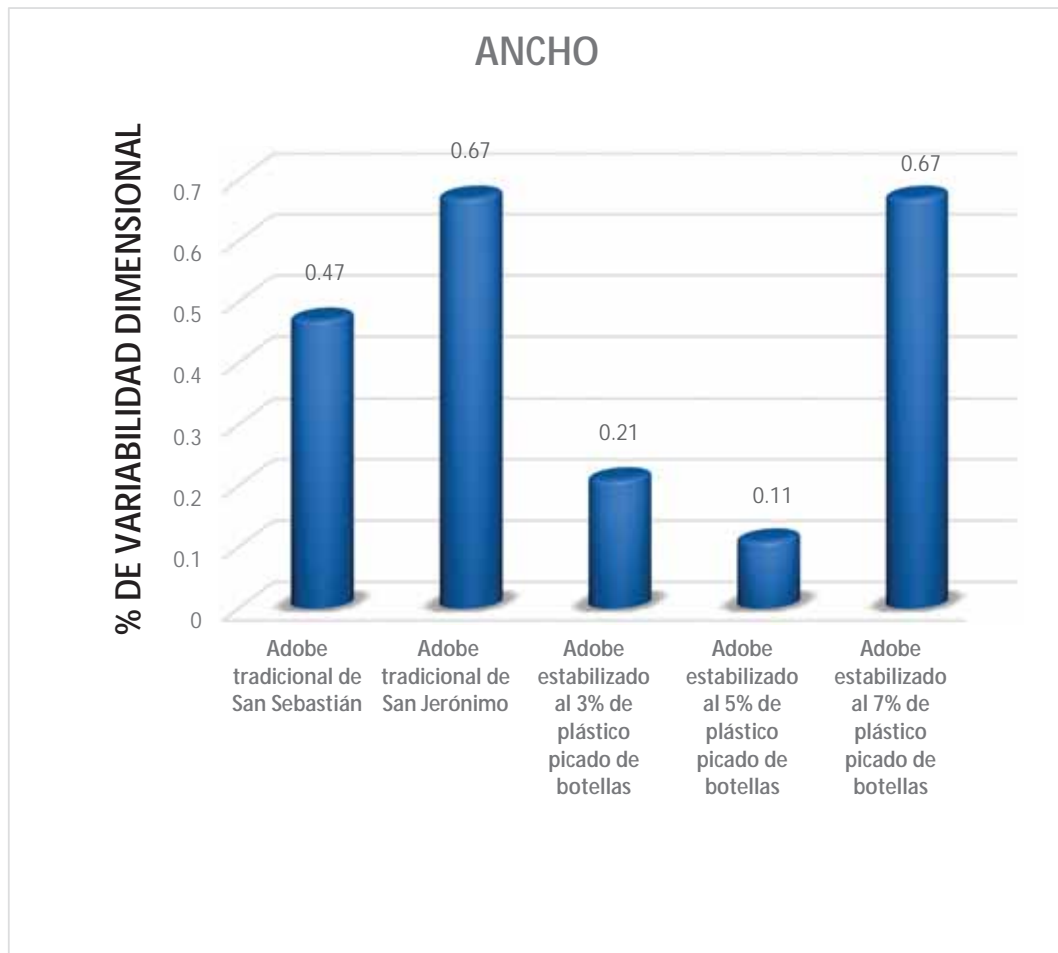


Figura 56-a: Análisis comparativos de la variabilidad dimensional en longitud de las unidades de adobe

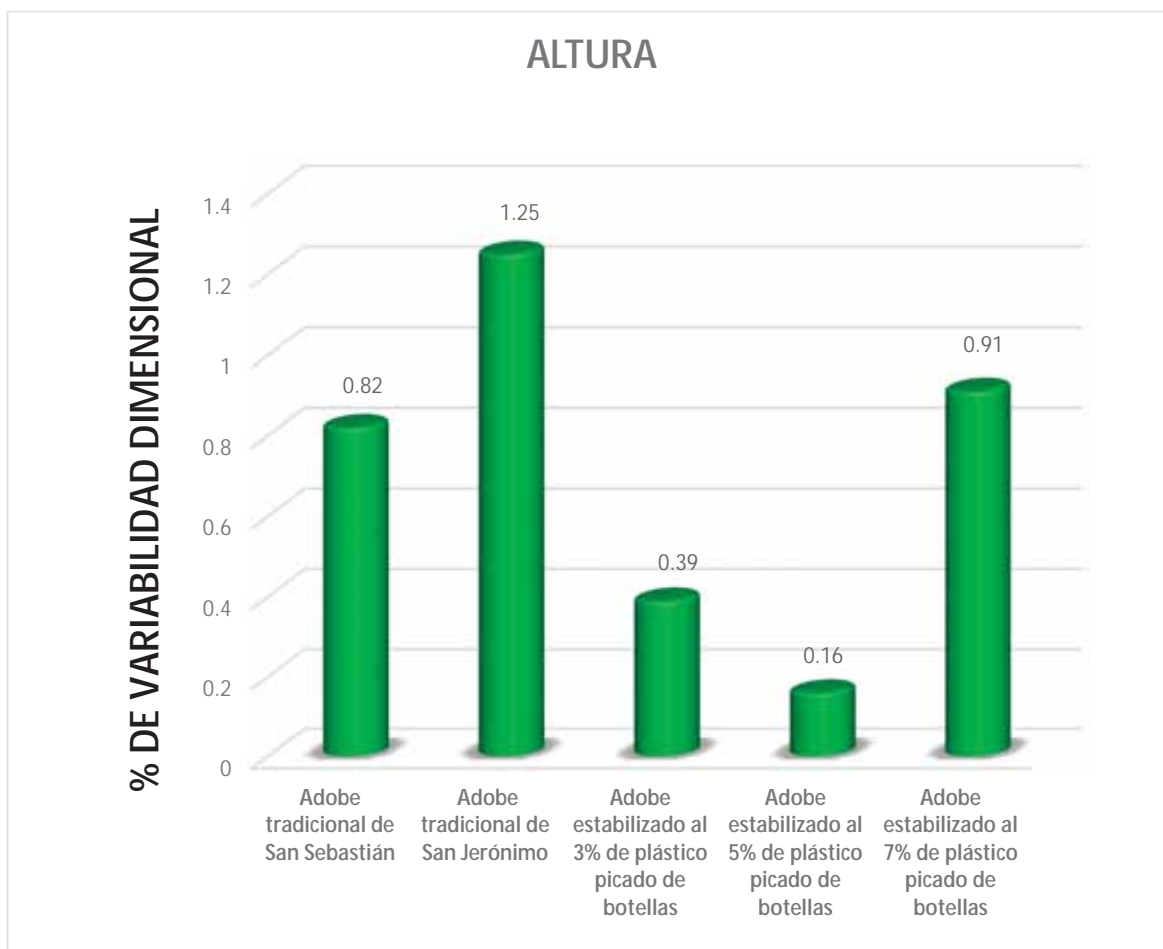
Fuente: Elaboración Propia





*Figura 56-b: Análisis comparativos de la variabilidad dimensional en ancho de las unidades de adobe*

*Fuente: Elaboración Propia*

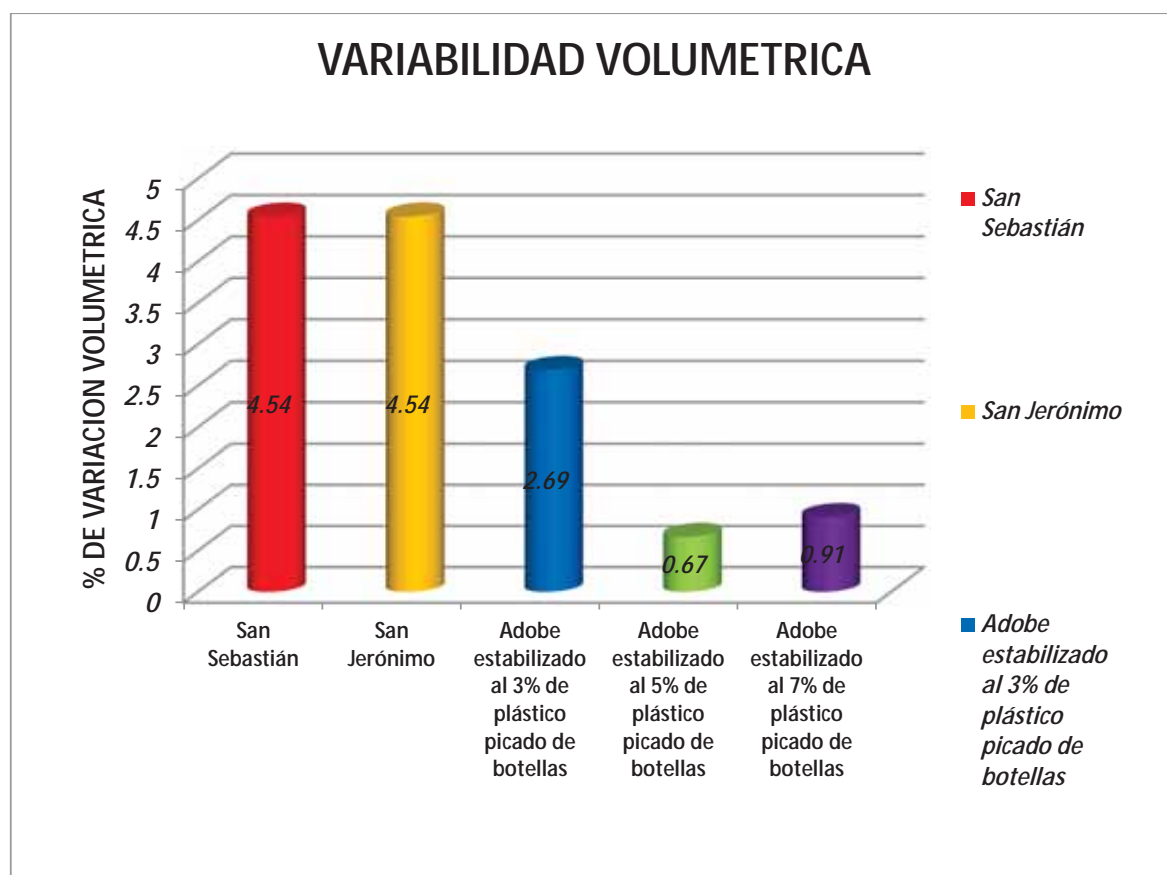


*Figura 56-c: Análisis comparativos de la variabilidad dimensional en altura de las unidades de adobe*  
*Fuente: Elaboración Propia*

Como se puede observar en la figura 56 (a,b,c) los porcentajes de variación de largo, ancho y altura de la unidad de albañilería de adobe estabilizado al 5% de plástico picado de botellas presenta el menor porcentaje de variabilidad dimensional respecto a las demás muestras (tradicionales y estabilizadas al 3% y 7%), lo que indica que estas unidades (estabilizadas al 5% de plástico picado de botellas) tendrán un mejor uniformidad al momento de construir muretes y pilas.

Se observó que el adobe estabilizado al 5% de plástico picado de botellas presenta menor variabilidad dimensional debido a que el plástico picado adicionado en ese porcentaje permite que la masa de barro sea más densa, por consiguiente es más consistente la mezcla al 5% y disminuye considerablemente la variación en las dimensiones en el proceso de secado (Largo, Ancho, Altura), aumentando la

cantidad de plástico picado de botellas (al 7%) se puede observar que variabilidad dimensional en las unidades de adobe estabilizadas aumenta, debido a que el plástico picado de botellas aumenta la porosidad de la unidad por consiguiente la evaporación interna de la unidad es más acelerada en el proceso de secado lo que produce deformaciones significativas en la unidad estabilizada.



*Figura 57 Análisis comparativos de la variabilidad volumétrica de las unidades de adobe*

*Fuente: Elaboración Propia*

Como se puede observar en la figura 57 los porcentajes de variación volumétrica de la unidad de albañilería de adobe estabilizado al 5% de plástico picado de botellas presenta el menor porcentaje de variabilidad volumétrica (0.67%) respecto a las demás muestras (tradicionales y estabilizadas al 3% y 7%).

### 5.1.2 ANÁLISIS COMPARATIVO DE ABSORCIÓN PROMEDIO.

La comparación de la absorción promedio de las unidades de albañilería de adobe se realiza mediante los siguientes gráficos:

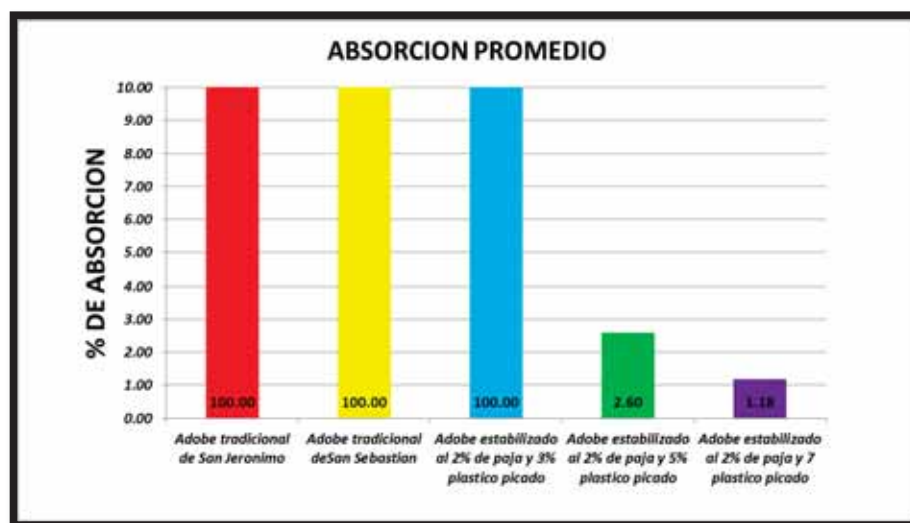


Figura 58 Análisis comparativos de la absorción de las unidades de adobe

Fuente: Elaboración Propia

- Las unidades de albañilería de adobe tradicional (San Jerónimo y San Sebastián) y las unidades de albañilería de adobe estabilizadas al 3% de plástico picado de botellas no resistieron la prueba de absorción, dichas unidades se desintegraron totalmente antes de llegar a los 30 minutos de estar sumergidas totalmente en agua.
- Las unidades de albañilería de adobe estabilizado al 5% resistieron los 30 minutos de estar sumergidas en el agua arrojando una porcentaje de absorción promedio (4 muestras) de 2.60%.
- Las unidades de albañilería de adobe estabilizado al 7% resistieron los 30 minutos de estar sumergidas en el agua arrojando una porcentaje de absorción promedio (4 muestras) de 1.18 %.
- Los adobes estabilizados al 5% y 7% de plástico picado de botellas presentan menor porcentaje de absorción debido a que las caras de las unidades de adobe están cubiertas por plástico picado de botellas la que actúa como una capa impermeabilizante.

### 5.1.3 ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE PROMEDIO.

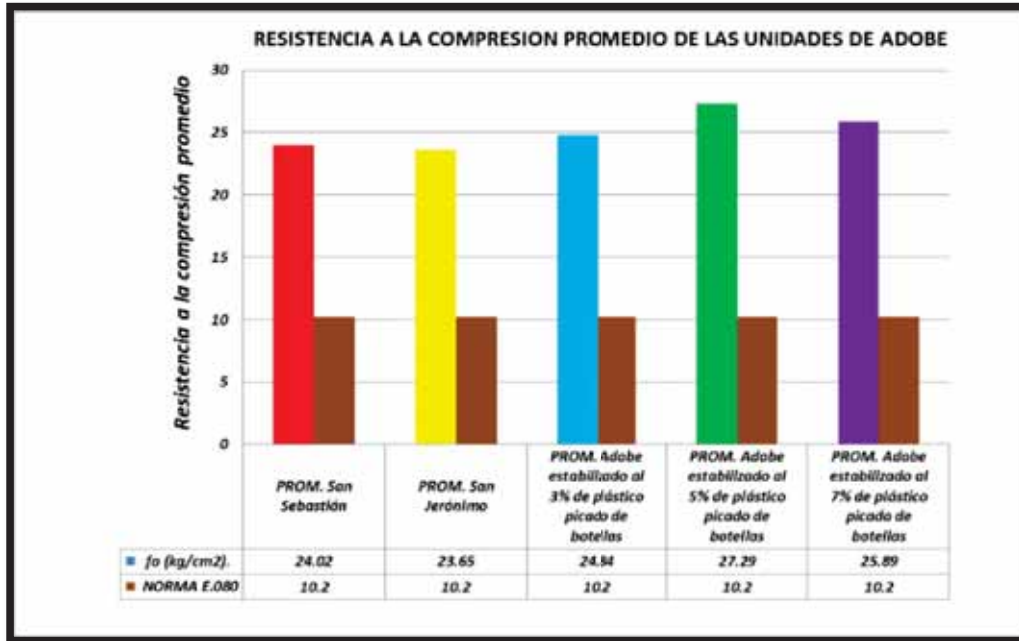


Figura 59 Análisis comparativos de la resistencia a la compresión de las unidades de adobe promedio.

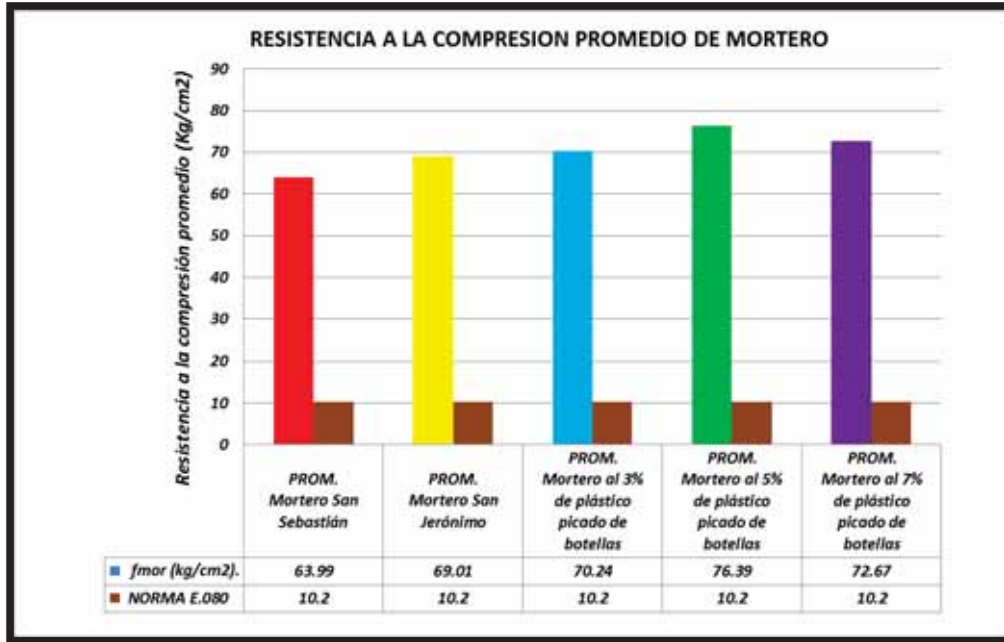
Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 59, se observa el siguiente:

- El adobe tradicional de San Sebastián, presenta una resistencia a la compresión promedio de 24.02 kg/cm<sup>2</sup>, este resultado cumple con lo establecido en la norma E.080 cuyo valor mínimo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe es 10.2 kg/cm<sup>2</sup>.
- El adobe tradicional de San Jerónimo, presenta una resistencia a la compresión promedio de 23.65 kg/cm<sup>2</sup>, este resultado cumple con lo establecido en la norma E.080 cuyo valor mínimo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe es 10.2 kg/cm<sup>2</sup>.
- El adobe estabilizado al 3% de plástico picado de botellas, presenta una resistencia a la compresión promedio de 24.84 kg/cm<sup>2</sup> cuyo valor representa un incremento de 5.03% respecto al adobe tradicional de San Jerónimo, y cumple con lo establecido en la norma E.080 cuyo valor mínimo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe es 10.2 kg/cm<sup>2</sup>.

- El adobe estabilizado al 5% de plástico picado de botellas, presenta una resistencia a la compresión promedio de 27.29 kg/cm<sup>2</sup> cuyo valor representa un incremento de 15.39% respecto al adobe tradicional de San Jerónimo, y cumple con lo establecido en la norma E.080 cuyo valor mínimo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe es 10.2 kg/cm<sup>2</sup>.
- El adobe estabilizado al 7% de plástico picado de botellas, presenta una resistencia a la compresión promedio de 25.89 kg/cm<sup>2</sup> cuyo valor representa un incremento de 9.47% respecto al adobe tradicional de San Jerónimo, y cumple con lo establecido en la norma E.080 cuyo valor mínimo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe es 10.2 kg/cm<sup>2</sup>.
- Los adobes producidos fueron elaborados tomando en cuenta lo establecido en la Norma E.080, siguiendo rigurosamente los pasos para la producción de adobes, controlando la temperatura para su correcto secado, es por ello que los resultados obtenidos en el ensayo de resistencia de la unidad de adobe superan a lo establecido en la Norma E.080. Cabe señalar que la resistencia de la unidad recomendada por la Norma E.080 es un valor límite mínimo.

#### 5.1.4 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO PROMEDIO.



*Figura 60 Análisis comparativos de la resistencia a la compresión del mortero promedio*

*Fuente: Elaboración Propia*

En la Figura 60, se observa el siguiente:

- El mortero de San Sebastián, presenta una resistencia a la compresión promedio de 63.99 kg/cm<sup>2</sup>, este resultado cumple con lo establecido en la norma E.080 cuyo valor mínimo de resistencia a la compresión del mortero es 10.2 kg/cm<sup>2</sup>.
- El mortero de San Jerónimo, presenta una resistencia a la compresión promedio de 69.01 kg/cm<sup>2</sup>, este resultado cumple con lo establecido en la norma E.080 cuyo valor mínimo de resistencia a la compresión del mortero es 10.2 kg/cm<sup>2</sup>.
- El mortero con adición al 3% de plástico picado de botellas, presenta una resistencia a la compresión promedio de 70.24 kg/cm<sup>2</sup> cuyo valor representa un incremento de 1.78% respecto al mortero de San Jerónimo, y cumple con lo establecido en la norma E.080 cuyo valor mínimo de resistencia a la compresión del mortero es 10.2 kg/cm<sup>2</sup>.
- El mortero con adición al 5% de plástico picado de botellas, presenta una resistencia a la compresión promedio de 76.39 kg/cm<sup>2</sup> cuyo valor representa un

incremento de 10.69% respecto al mortero de San Jerónimo, y cumple con lo establecido en la norma E.080 cuyo valor mínimo de resistencia a la compresión del mortero es 10.2 kg/cm<sup>2</sup>.

- El mortero con adición al 7% de plástico picado de botellas, presenta una resistencia a la compresión promedio de 72.67 kg/cm<sup>2</sup> cuyo valor representa un incremento de 5.30% respecto al mortero de San Jerónimo, y cumple con lo establecido en la norma E.080 cuyo valor mínimo de resistencia a la compresión del mortero es 10.2 kg/cm<sup>2</sup>.
- Los cubos de mortero producidos fueron elaborados tomando en cuenta lo establecido en la Norma E.080, controlando la temperatura para su correcto secado, es por ello que los resultados obtenidos en el ensayo de resistencia del mortero superan a lo establecido en la Norma E.080. Cabe señalar que la resistencia del mortero dada por la Norma E.080 es un valor límite mínimo.



### 5.1.5 ANÁLISIS COMPARATIVO DEL ESFUERZO DE ADHERENCIA PROMEDIO DEL MORTERO.

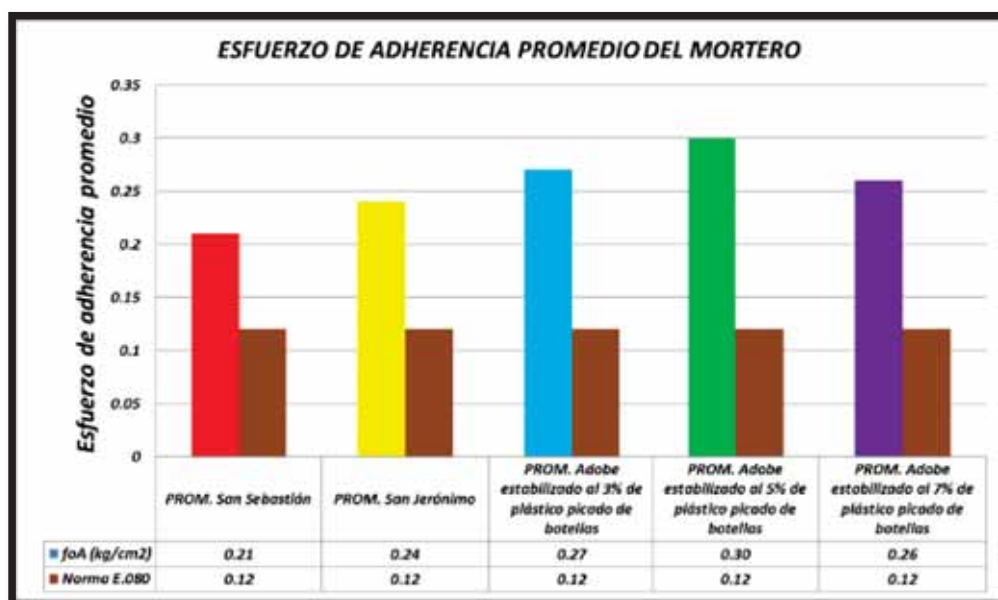


Figura 61 Análisis comparativos del esfuerzo de adherencia promedio del mortero

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 61, se observa el siguiente:

- El mortero tradicional de San Sebastián, presenta un esfuerzo de adherencia promedio de 0.21 kg/cm<sup>2</sup>, este resultado cumple con lo establecido en la norma E.080 cuyo valor mínimo de esfuerzo a la adherencia del mortero es 0.12 kg/cm<sup>2</sup>.
- El mortero tradicional de San Jerónimo, presenta un esfuerzo de adherencia promedio de 0.24 kg/cm<sup>2</sup>, este resultado cumple con lo establecido en la norma E.080 cuyo valor mínimo de esfuerzo a la adherencia del mortero es 0.12 kg/cm<sup>2</sup>.
- El mortero estabilizado al 3% de plástico picado de botellas, presenta un esfuerzo de adherencia promedio de 0.27 kg/cm<sup>2</sup> cuyo valor representa un incremento de 12% respecto a la adherencia del mortero tradicional de San Jerónimo, y cumple con lo establecido en la norma E.080 cuyo valor mínimo de esfuerzo a la adherencia del mortero 0.12 kg/cm<sup>2</sup>.
- El mortero estabilizado al 5% de plástico picado de botellas, presenta un esfuerzo de adherencia promedio de 0.30 kg/cm<sup>2</sup> cuyo valor representa un incremento de 25% respecto a la adherencia del mortero tradicional de San Jerónimo, y cumple

con lo establecido en la norma E.080 cuyo valor mínimo de esfuerzo a la adherencia del mortero  $0.12 \text{ kg/cm}^2$ .

- El mortero estabilizado al 7% de plástico picado de botellas, presenta un esfuerzo de adherencia promedio de  $0.26 \text{ kg/cm}^2$  cuyo valor representa un incremento de 8.33% respecto a la adherencia del mortero tradicional de San Jerónimo, y cumple con lo establecido en la norma E.080 cuyo valor mínimo de esfuerzo a la adherencia del mortero  $0.12 \text{ kg/cm}^2$ .
- El plástico picado de botellas aumenta la rugosidad en las caras de los adobes estabilizados lo que mejora la adherencia entre el adobe y el mortero es por ello que el esfuerzo de adherencia de las probetas de 3 piezas de adobe estabilizadas, al 3,5,7% de plástico picado de botellas, es mayor que las probetas de 3 piezas de adobes.

### 5.1.6 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL PROMEDIO EN PILAS DE ADOBE

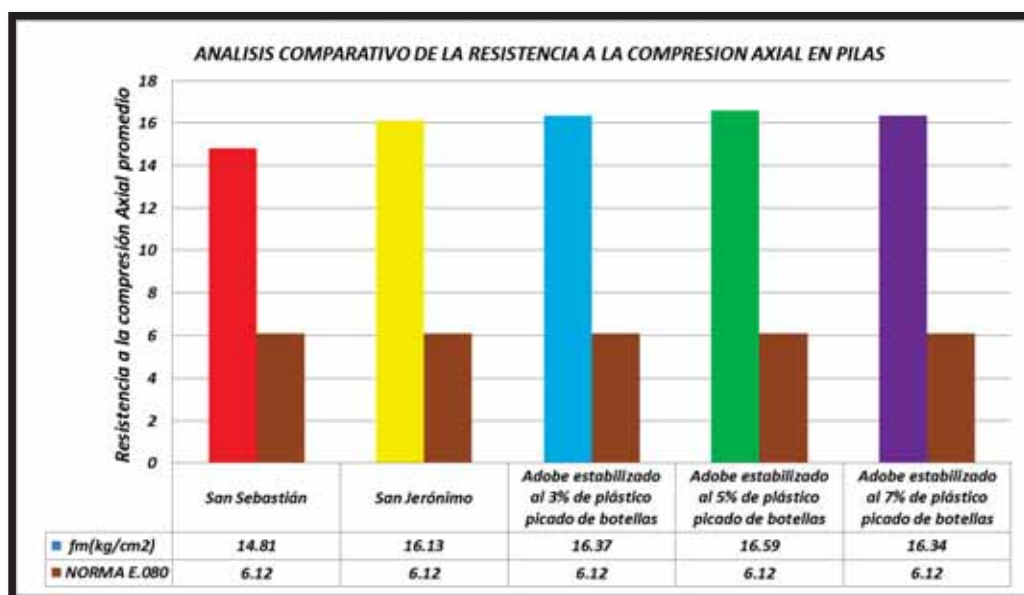


Figura 62 Análisis comparativos de la resistencia a la compresión axial promedio en pilas de adobe.

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 62, se observa el siguiente:

- La pila de adobe de San Sebastián, presenta una resistencia a la compresión axial promedio de 14.81 kg/cm<sup>2</sup>, este resultado cumple con lo establecido en la norma E.080 cuyo valor mínimo de resistencia a la compresión axial en pilas de adobe es 6.12 kg/cm<sup>2</sup>.
- La pila de adobe de San Jerónimo, presenta una resistencia a la compresión axial promedio de 16.13 kg/cm<sup>2</sup>, este resultado cumple con lo establecido en la norma E.080 cuyo valor mínimo de resistencia a la compresión axial en pilas de adobe es 6.12 kg/cm<sup>2</sup>.
- La pila de adobe estabilizado al 3% de plástico picado de botellas, presenta una resistencia a la compresión axial promedio de 16.37 kg/cm<sup>2</sup> cuyo valor representa un incremento de 1.48% respecto a la resistencia a la compresión axial promedio de una pila de adobe de San Jerónimo, y cumple con lo establecido en la norma E.080 cuyo valor mínimo de resistencia a la compresión axial en pilas de adobe es 6.12 kg/cm<sup>2</sup>.

- La pila de adobe estabilizado al 5% de plástico picado de botellas, presenta una resistencia a la compresión axial promedio de  $16.59 \text{ kg/cm}^2$  cuyo valor representa un incremento de 2.85% respecto a la resistencia a la compresión axial promedio de una pila de adobe de San Jerónimo, y cumple con lo establecido en la norma E.080 cuyo valor mínimo de resistencia a la compresión axial en pilas de adobe es  $6.12 \text{ kg/cm}^2$ .
- La pila de adobe estabilizado al 7% de plástico picado de botellas, presenta una resistencia a la compresión axial promedio de  $16.34 \text{ kg/cm}^2$  cuyo valor representa un incremento de 1.30% respecto a la resistencia a la compresión axial promedio de una pila de adobe de San Jerónimo, y cumple con lo establecido en la norma E.080 cuyo valor mínimo de resistencia a la compresión axial en pilas de adobe es  $6.12 \text{ kg/cm}^2$ .
- Las pilas fueron elaboradas tomando en cuenta lo establecido en la Norma E.080, controlando las juntas horizontales y verticales, tomando en cuenta la verticalidad y horizontalidad, la temperatura para su correcto secado, es por ello que los resultados obtenidos en el ensayo de resistencia a la compresión axial superan a lo establecido en la Norma E.080. Cabe señalar que la resistencia a la compresión axial establecida por la Norma E.080 es un valor límite mínimo de resistencia a la compresión axial.
- El plástico picado de botellas adicionadas al 5% en las unidades de adobe estabilizadas aumentan su densidad, lo que ofrece mejor resistencia a la carga axial en pilas.

### 5.1.7 ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD PROMEDIO DE LAS PILAS

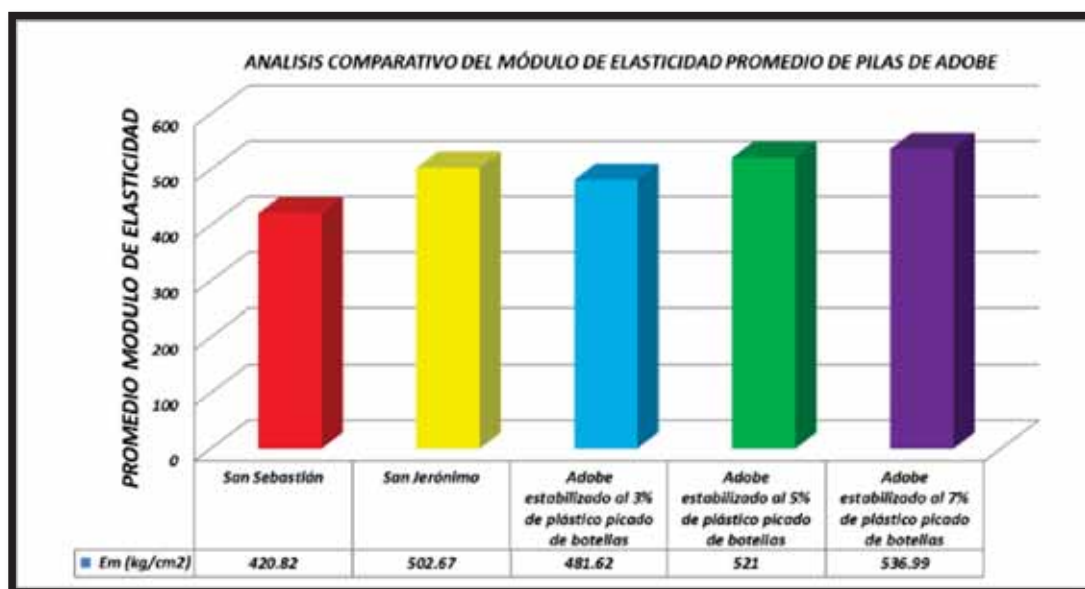
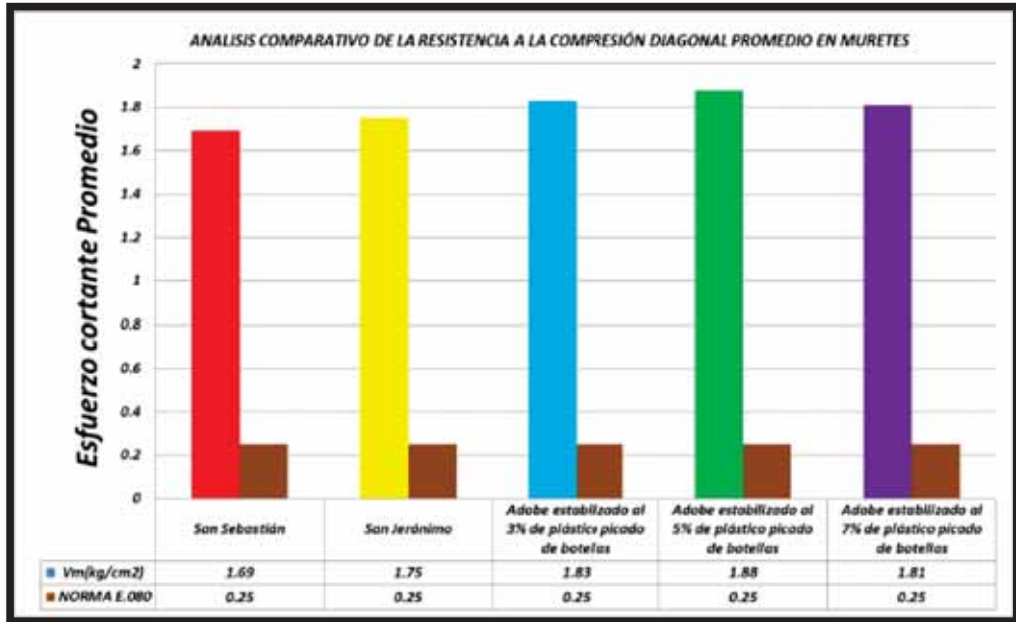


Figura 63 Análisis comparativos del módulo de elasticidad promedio de las pilas  
Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 63, se observa el siguiente:

- La pila de adobe de San Sebastián, presenta un módulo de elasticidad promedio de 420.82 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la pila de adobe de San Jerónimo, presenta un módulo de corte promedio de 502.67 kg/cm<sup>2</sup>.
- La pila de adobe estabilizado al 3% de plástico picado de botellas, presenta un módulo de elasticidad promedio de 481.62 kg/cm<sup>2</sup>
- La pila de adobe estabilizado al 5% de plástico picado de botellas presenta un módulo de elasticidad promedio de 521.00 kg/cm<sup>2</sup>.
- La pila de adobe estabilizado al 7% de plástico picado de botellas, presenta un módulo de elasticidad promedio de 536.99 kg/cm<sup>2</sup>, cuyo resultado es mayor a las demás muestras ensayadas.

**5.1.8 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL PROMEDIO EN MURETES DE ADOBE.**



*Figura 64 Análisis comparativos de la resistencia a la compresión diagonal promedio en muretes*

*Fuente: Elaboración Propia*

En la Figura 64, se observa el siguiente:

- El murete de adobe de San Sebastián, presenta una resistencia a la compresión diagonal promedio de 1.69 kg/cm<sup>2</sup>, este resultado cumple con lo establecido en la norma E.080 cuyo valor mínimo de resistencia a la compresión diagonal en muretes de adobe es 0.25 kg/cm<sup>2</sup>.
- El murete de adobe de San Jerónimo, presenta una resistencia a la compresión diagonal promedio de 1.75 kg/cm<sup>2</sup>, este resultado cumple con lo establecido en la norma E.080 cuyo valor mínimo de resistencia a la compresión diagonal en muretes de adobe es 0.25 kg/cm<sup>2</sup>.
- El murete de adobe estabilizado al 3% de plástico picado de botellas, presenta una resistencia a la compresión diagonal promedio de 1.83 kg/cm<sup>2</sup> cuyo valor representa un incremento de 4.57% respecto a la resistencia a la compresión diagonal promedio de un murete de adobe de San Jerónimo, y cumple con lo establecido en la norma E.080 cuyo valor mínimo de resistencia a la compresión diagonal de un murete de adobe es 0.25 kg/cm<sup>2</sup>.

- El murete de adobe estabilizado al 5% de plástico picado de botellas, presenta una resistencia a la compresión diagonal promedio de 1.88 kg/cm<sup>2</sup> cuyo valor representa un incremento de 7.42% respecto a la resistencia a la compresión diagonal promedio de un murete de adobe de San Jerónimo, y cumple con lo establecido en la norma E.080 cuyo valor mínimo de resistencia a la compresión diagonal de un murete de adobe es 0.25 kg/cm<sup>2</sup>.
- El murete de adobe estabilizado al 7% de plástico picado de botellas, presenta una resistencia a la compresión diagonal promedio de 1.81 kg/cm<sup>2</sup> cuyo valor representa un incremento de 3.43% respecto a la resistencia a la compresión diagonal promedio de un murete de adobe de San Jerónimo, y cumple con lo establecido en la norma E.080 cuyo valor mínimo de resistencia a la compresión diagonal de un murete de adobe es 0.25 kg/cm<sup>2</sup>.
- Los muretes fueron elaboradas tomando en cuenta lo establecido en la Norma E.080, controlando las juntas horizontales y verticales, tomando en cuenta la verticalidad y horizontalidad, la temperatura para su correcto secado, es por ello que los resultados obtenidos en el ensayo de resistencia a la compresión diagonal superan a lo establecido en la Norma E.080. Cabe señalar que la resistencia a la compresión diagonal establecida por la Norma E.080 es un valor límite mínimo de resistencia a la compresión diagonal.
- El plástico picado de botellas adicionadas al 3, 5, 7% actúa como anclaje entre la cara superior e inferior del adobe y el mortero es por ello que al momento de ser sometidas a carga diagonal, el plástico picado de botellas ofrece un esfuerzo adicional.

### 5.1.9 ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MÓDULO DE CORTE PROMEDIO DE MURETES DE ADOBE

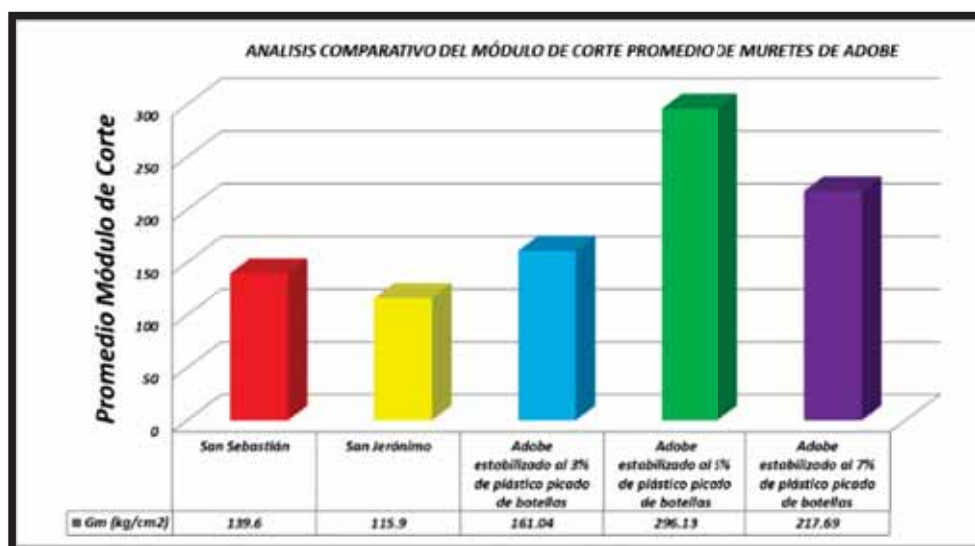


Figura 65 Análisis comparativos del módulo de corte promedio de muretes de adobe

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 65, se observa el siguiente:

- El murete de adobe de San Sebastián, presenta un módulo de corte promedio de 139.6 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el murete de adobe de San Jerónimo, presenta un módulo de corte promedio de 115.9 kg/cm<sup>2</sup>.
- El murete de adobe estabilizado al 3% de plástico picado de botellas, presenta un módulo de corte promedio de 161.04 kg/cm<sup>2</sup>.
- El murete de adobe estabilizado al 5% de plástico picado de botellas presenta un módulo de corte promedio de 296.13 kg/cm<sup>2</sup>, cuyo resultado es mayor a las demás muestras ensayadas.
- El murete de adobe estabilizado al 7% de plástico picado de botellas, presenta un módulo de corte promedio de 217.69 kg/cm<sup>2</sup>.



## CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 CONCLUSIONES

#### Conclusión 01:

- El adobe estabilizado al 5% de plástico picado de botellas presenta mejor comportamiento físico - mecánico en comparación a los adobes tradicionales y a los adobes estabilizados al 3% y 7% de plástico picado de botellas, debido a que en el adobe estabilizado al 5% de plástico picado de botellas se obtuvieron mejores resultados en los ensayos físico – mecánicos.
- La adición de plástico picado de botellas mejora las propiedades mecánicas de la albañilería de adobe, la adición al 5% de plástico picado de botellas aporta un incremento de 2.85% respecto a la resistencia a la compresión axial promedio de pilas de San Jerónimo.

PILAS DE ADOBE TRADICIONAL Y ESTABILIZADO			
VALORES MAXIMOS		VALORES MINIMOS	
<i>Resistencia a compresión axial en pilas de adobe</i>	<i>Dispersión y desviación estándar</i>	<i>Resistencia a compresión axial</i>	<i>Dispersión y desviación estándar</i>
<i>Pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5 % de plástico picado de botellas.</i>	<i>Pilas de adobe tradicional con tierra de san Sebastián.</i>	<i>Pilas de adobe tradicional con tierra de san Sebastián.</i>	<i>Pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5 % de plástico picado de botellas.</i>
16.59 kg/cm <sup>2</sup>	➤ 18.17% ➤ 2.69	14.81 kg/cm <sup>2</sup>	➤ 1.28% ➤ 0.21 PRECISO

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FISICO MECANICO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA DE ADOBE  
CON ADICIÓN DE BOTELLAS DE PLASTICO PICADO EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2018”**

<b>MURETES DE ADOBE TRADICIONAL Y ESTABILIZADO</b>			
<i>VALORES MAXIMOS</i>		<i>VALORES MINIMOS</i>	
<i>Resistencia a compresión axial en muretes de adobe</i>	<i>Dispersión y desviación estándar</i>	<i>Resistencia a compresión axial en muretes de adobe</i>	<i>Dispersión y desviación estándar</i>
<i>Muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5 % de plástico picado de botellas.</i>	<i>Muretes de adobe con tierra de San Jerónimo- Cusco al 2% de paja estabilizado al 3 % de plástico picado de botellas</i>	<i>Muretes de adobe tradicional con tierra de san Sebastián.</i>	<i>Muretes de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7 % de plástico picado de botellas.</i>
1.88 kg/cm <sup>2</sup>	> 14.93% > 0.27 PRECISO	1.69 kg/cm <sup>2</sup>	> 6.71% > 0.11 ACCEPTABLE

**Conclusión 02:**

MODULO DE YOUNG		RESISTENCIA AL CORTE	
VALOR MAXIMO	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO	VALOR MINIMO
<i>Pilas de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas.</i>	<i>Pilas de adobe tradicional con tierra de san Sebastián.</i>	<i>Murete de adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7% de plástico picado de botellas.</i>	<i>Murete de adobe tradicional con tierra de San Jerónimo.</i>
<b>536.99 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>420.82 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>296.13 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>115.90 kg/cm<sup>2</sup></b>

**Conclusión 03:**

- La longitud tiene mayor variación dimensional respecto a la altura y ancho de la unidad de adobe, siendo mayor en la muestra de adobe del San Jerónimo con un valor de 2.68% y menor en la muestra del adobe estabilizado al 5% de plástico picado de botellas con un valor de 0.38%.
- El ancho tiene menor variación dimensional respecto a la longitud y la altura de la unidad de adobe, con un valor máximo de 0.67% correspondiente a las muestras de adobe de San Jerónimo y adobe estabilizado al 7% de plástico picado de botellas y con un valor mínimo de 0.11% correspondiente a la muestra de adobe estabilizado al 5% de plástico picado de botellas.
- La variación volumétrica es mayor para la muestra de adobe de San Jerónimo con un valor de 4.54% y menor para muestra de adobe estabilizado al 5% de plástico picado de botellas con un valor de 0.67%
- Se concluye que la muestra de adobe estabilizado al 5% de plástico picado de botellas presenta menor variación dimensional y volumétrica respecto a los demás muestra.

**Conclusión 04:**

- Las muestras ensayadas para la absorción correspondientes a los adobes tradiciones de San Jerónimo, San Sebastián y adobe estabilizado al 3% de plástico picado de botellas se desintegraron completamente en un tiempo de 30 minutos.
- Las unidades de adobe estabilizadas al 5% y 7% de plástico picado de botellas presenta un porcentaje de absorción de 1.18% y 2.60% respectivamente en un tiempo de 30 minutos.

**Conclusión 05:**

<b>RESISTENCIA DE UNIDADES DE ADOBE TRADICIONAL Y ESTABILIZADO A COMPRESION</b>			
<b>VALORES MAXIMOS</b>	<b>DISPERSION Y DESVIACION MAXIMA</b>	<b>VALORES MINIMOS</b>	<b>DISPERSION Y DESVIACION MINIMO</b>
<i>Adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5 % de plástico picado de botellas.</i>	<i>Adobe tradicional con tierra de san Sebastián.</i>	<i>Adobe tradicional con tierra de San Jerónimo.</i>	<i>Adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5 % de plástico picado de botellas.</i>
<b>27.29kg/cm<sup>2</sup></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 3.57%</li> <li>➤ 0.84</li> </ul>	<b>23.65 kg/cm<sup>2</sup></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 0.71%</li> <li>➤ 0.19</li> </ul>

- EN CONCLUSION LAS UNIDADES DE ADOBE ESTABILIZADOS PRESENTAN MAYOR RESISTENCIA A LA COMPRESION RESPECTO A LAS UNIDADES DE ADOBE TRADICIONAL.

**Conclusión 06:**

<b>RESISTENCIA DE LA ADHERENCIA DEL MORTERO</b>			
<b>VALORES MAXIMOS</b>	<b>DISPERSION Y DESVIACION MAXIMA</b>	<b>VALORES MINIMOS</b>	<b>DISPERSION Y DESVIACION MINIMO</b>
<i>Adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 5 % de plástico picado de botellas.</i>	<i>Adobe tradicional con tierra de San Jerónimo</i>	<i>Adobe tradicional con tierra de san Sebastián.</i>	<i>Adobe con tierra de San Jerónimo-Cusco al 2% de paja estabilizado al 7 % de plástico picado de botellas.</i>
<b>0.30 kg/cm<sup>2</sup></b>	> 35.8 % > 0.09	<b>0.21 kg/cm<sup>2</sup></b>	> 9.8% > 0.26

**Conclusión 07:**

La preparación del mortero es muy importante ya que es el elemento primordial para unir unidades de adobe. Un mortero bien preparado nos garantizara a llegar a buenas resistencias en los ensayos realizados de adherencia, pilas y muretes, es por ello que se debe tener especial cuidado en la elaboración del mortero.

## 6.2 RECOMENDACIONES:

### **Recomendación 01:**

- Se recomienda que el porcentaje de adición de plástico picado de botellas, en la producción de adobes estabilizados, sea al 5% ya que en esta cantidad de plástico picado de botellas la unidad de adobe presenta mejor comportamiento físico mecánico.

### **Recomendación 02:**

- Se recomienda tener en cuenta la horizontalidad y verticalidad en el proceso de construcción de pilas y muretes y controlar el espesor de la junta ya que estas influirán en las propiedades mecánicas de mampostería de adobe (pilas y muretes).

### **Recomendación 03:**

- Se recomienda proponer nuevos procesos de elaboración de unidades de albañilería de adobe (tradicional y estabilizado), que controlen la variabilidad dimensional para producir unidades de adobe más simétricas y de esta forma tener mejores resultados en futuras investigaciones de unidades de albañilería de adobe.

### **Recomendación 04:**

- Se recomienda controlar la temperatura durante el proceso de secado de las unidades de adobe, evitando cambios bruscos de temperatura que generan fisuras en las unidades de adobe para obtener mejores resultados en los ensayos físicos y mecánicos.

### **Recomendación 05:**

- Se recomienda realizar futuras investigaciones evaluando las propiedades físico mecánicas de las unidades de albañilería de adobe estabilizadas con otras dimensiones de plástico picado de botellas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Bibliografía

AASHTO M 145, A. A. (2000). American association of state highway officials m 145. usa.

Agencia peruana de noticias, A. (24 de julio de 2016).

<https://andina.pe/agencia/noticia-un-total-20-colegios-del-cusco-reciclaron-55-toneladas-plastico-622771.aspx>. Obtenido de <https://andina.pe/agencia/noticia-un-total-20-colegios-del-cusco-reciclaron-55-toneladas-plastico-622771.aspx>: <https://andina.pe/agencia/noticia-un-total-20-colegios-del-cusco-reciclaron-55-toneladas-plastico-622771.aspx>

Bartolome, S. (2005). *Comentarios de la norma técnica de edificaciones E.070*.

Braja.M.Das. (2001). *Fundamentos de ingeniería geotécnica 4ta edición*. México: Thomson editores.

Calderón, J. C. (2018). Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho. Cajamarca, Cajamarca, Peru.

Campos, F. d. (s.f.). <http://humanidades.cchs.csic.es/ih/paginas/fmh/pozuelo.htm>. Obtenido de <http://humanidades.cchs.csic.es/ih/paginas/fmh/pozuelo.htm>: <http://humanidades.cchs.csic.es/ih/paginas/fmh/pozuelo.htm>

Eddy, A., & Rosa, Q. (2017).

Franklin, F., & Yesica, L. (2018).

Griborio. (2017).

Igarishi. (2009).

Jhon, M. (2018). Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho. Universidad nacional de Cajamarca, facultad de ingeniería, Cajamarca.

Lajo Pérez, R. (1990). *Léxico de arte*. Madrid.

López, C. M. (24 de Diciembre de 2007).

<http://aliso.pntic.mec.es/cm10029/PLASTICOS/creditos.html>. Obtenido de <http://aliso.pntic.mec.es/cm10029/PLASTICOS/creditos.html>

Lucia, I. (2009). Reforzamiento estructural de muros de adobe. Universidad nacional de ingeniería. Facultad de ingeniería civil, Lima.

- Mendoza, A. C. (2014).
- Morales, M. d. (Septiembre de 1997). Construcción de viviendas con adobe recomendadas para su habitabilidad. Guatemala.
- Moyano. (2014). Patologías en construcciones de adobe y paja.
- Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada. (2017 de abril de 2017). *Diario el peruano*, pág. 29.
- Ramirez, A. G. (Enero de 2012). Comportamiento Sísmico Del Adobe Confinado Variable: Refuerzo Horizontal. Lima, Lima, Peru.
- Sáenz, F. C. (2015). Determinación de las propiedades Físico - Mecánicas de las unidades de albañilería en la provincia de cajamarca. cajamarca, cajamarca, Peru.
- Sampieri, H. (2014). *Metodología De La Investigación*. Mexico: McGRAWHILL/ INTERAMERICANA.
- Silva, D. A. (1788). *Diccionario de las Nobles Artes*. COAM.
- Thomas, H. (2013). *El Imperio español de Carlos V (1522-1558)*. Planeta.



## ANEXOS

**TESIS: "EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO FISICO MECANICO  
DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA DE ADOBE CON ADICION DE  
BOTELLAS DE PLASTICO PICADO EN LA CIUDAD DEL CUSCO, 2018"**

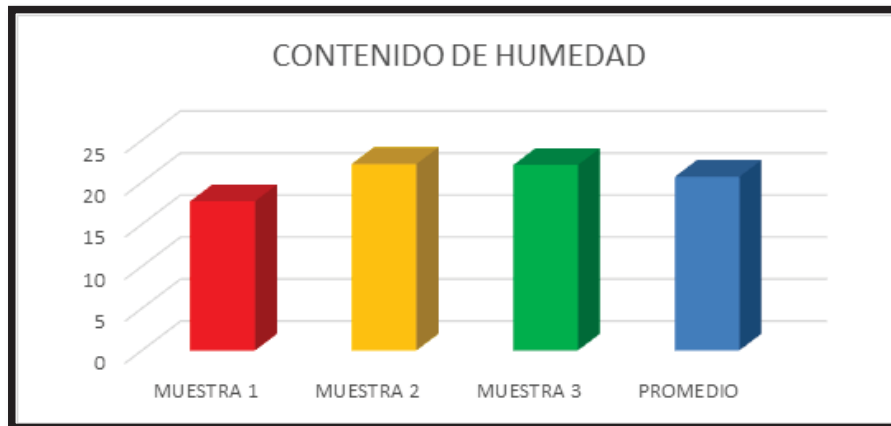
**TESISTAS: BACH. CHAVEZ PAREJA WILLHOME YOGEN  
BACH. QUISPE TARACAYA JOSE LUIS**

**ENSAYO 01:**

### CONTENIDO DE HUMEDAD

#### CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO DE SAN JERONIMO

MUESTRA	MASA HUMEDA + CAPSULA(gr)	MASA SECA + CAPSULA (gr)	MASA CAPSULA	MASA DE AGUA	MASA DE SUELO SECO	HUMEDAD (%)	
1	129.18gr	118.35gr	57.30gr	10.83	61.05	17.74%	20.65%
2	124.86gr	112.52gr	56.85gr	12.34	55.67	22.17%	
3	131.38gr	118.37gr	59.38gr	13.01	58.99	22.05%	

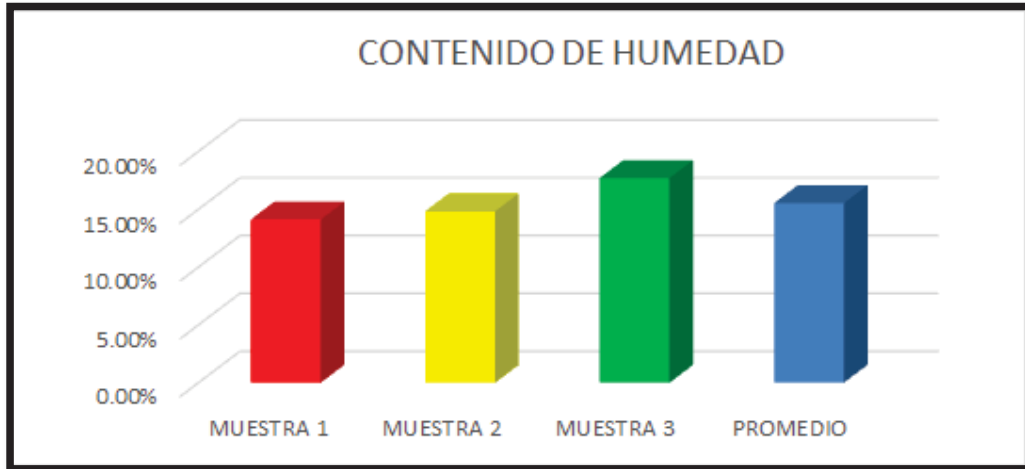


**CONTENIDO DE AGUA PROMEDIO = 20.65 %**

**ENSAYO 02:**

**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO DE SAN SEBASTIAN**

MUESTRA	MASA HUMEDA + CAPSULA (gr)	MASA SECA + CAPSULA (gr)	MASA CAPSULA	MASA DE AGUA	MASA DE SUELO SECO	HUMEDAD	
1	128.70gr	120.14gr	59.41gr	8.56	60.73	14.10%	15.54%
2	134.24gr	124.01gr	54.97gr	10.23	69.04	14.82%	
3	132.54gr	121.63gr	59.98gr	10.91	61.65	17.70%	

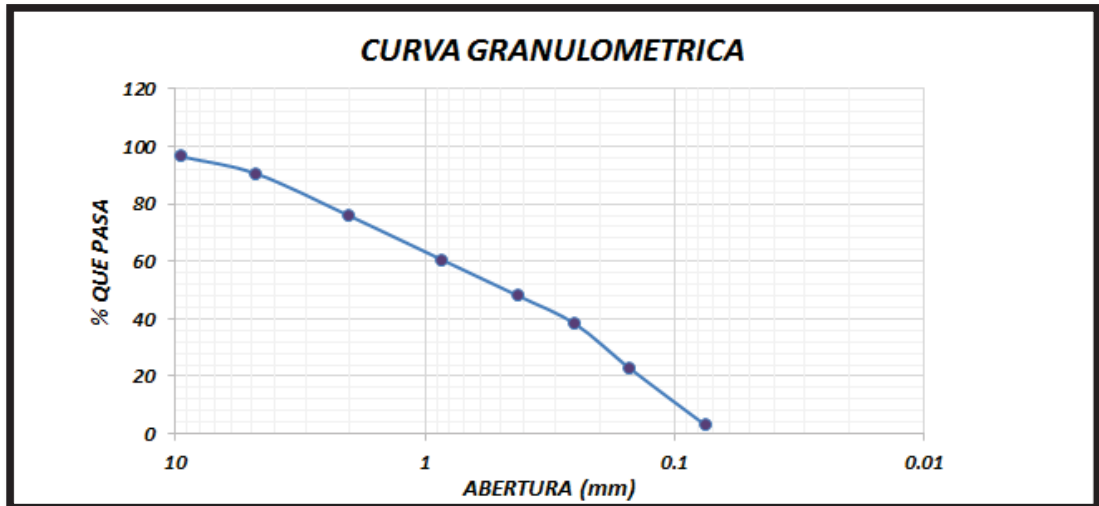


**CONTENIDO DE AGUA PROMEDIO = 15.54%**

**ENSAYO 03:**

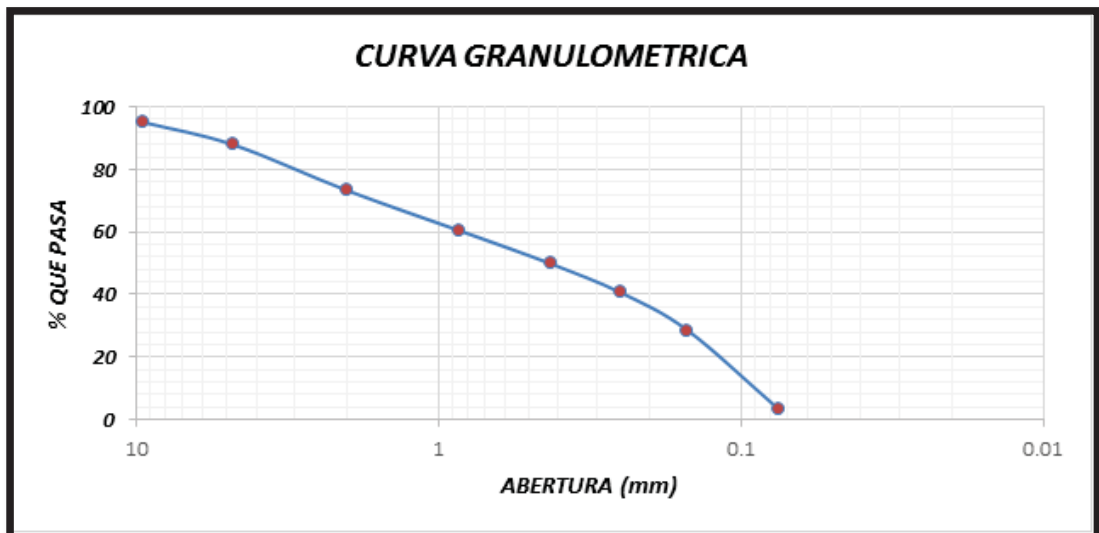
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR EL MÉTODO DE LAVADO**

**ANALISIS GRANULOMETRICO DE SAN JERONIMO**



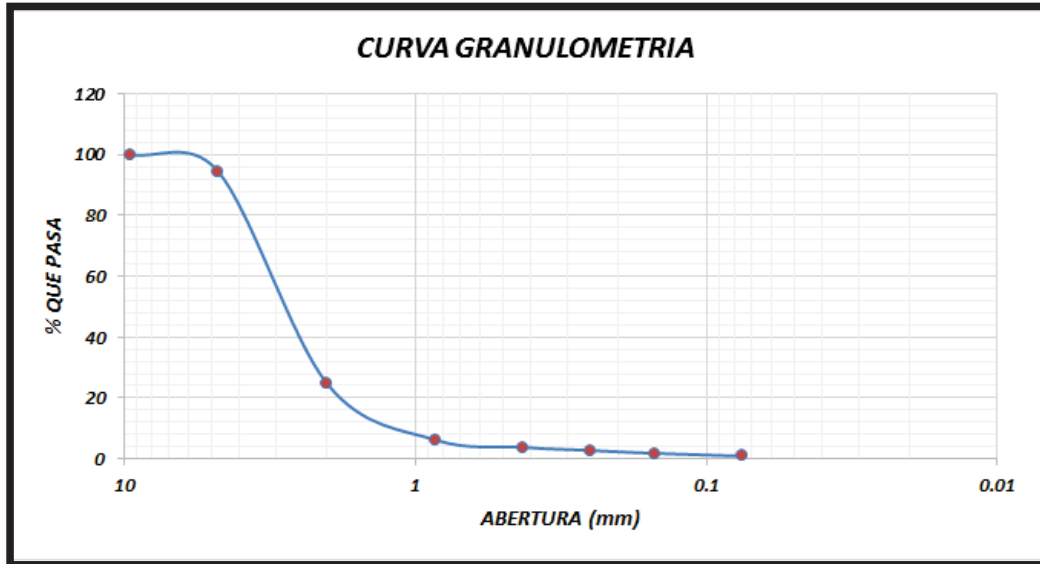
**ENSAYO 04:**

**ANALISIS GRANULOMETRICO DE SAN SEBASTIAN**



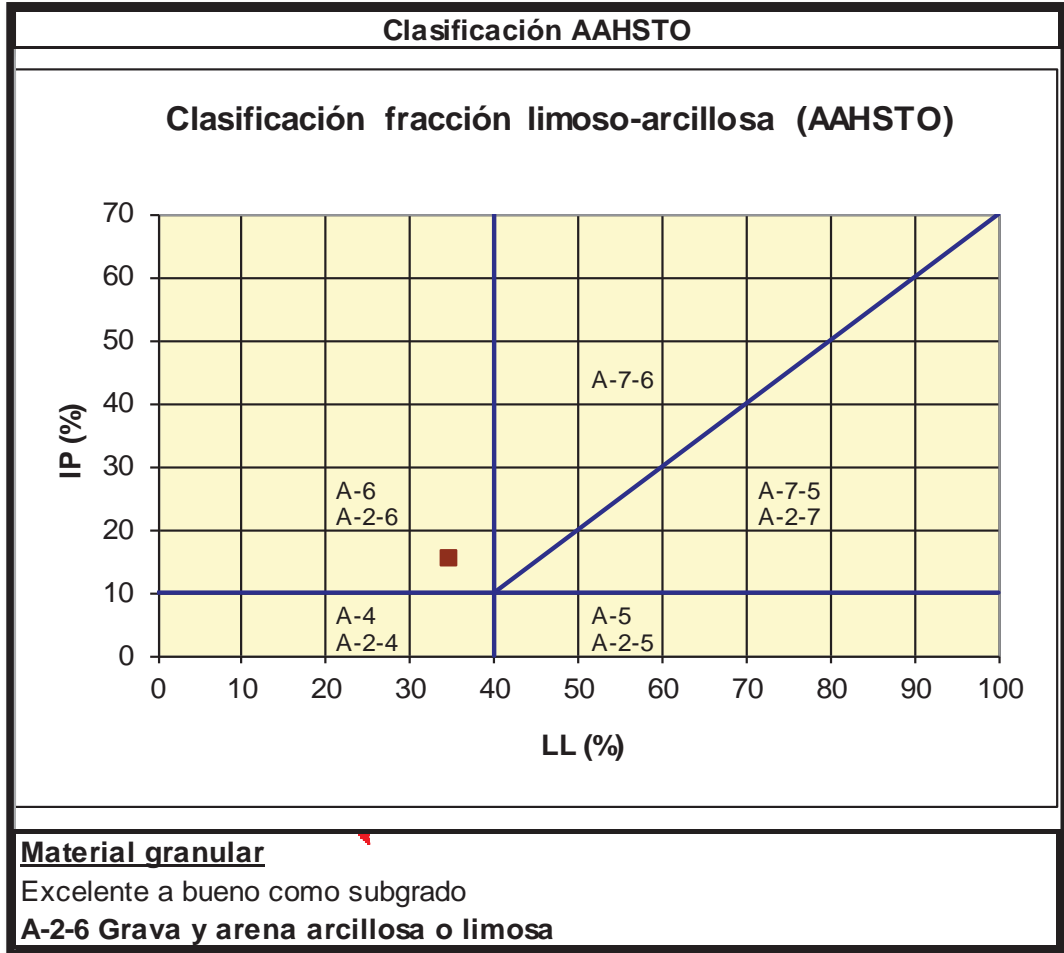
**ENSAYO 05:**

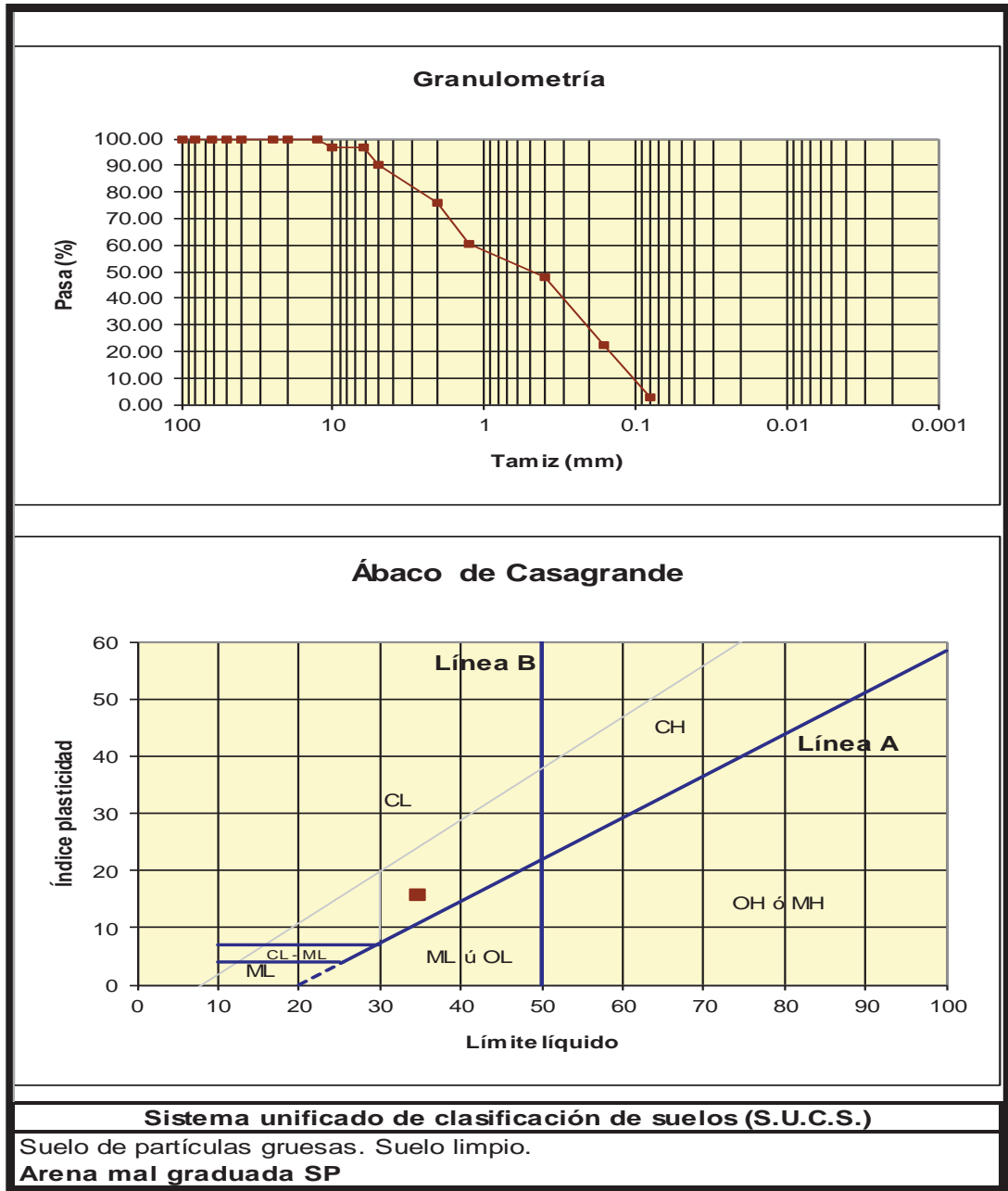
**ANALISIS GRANULOMETRICO DE PLASTICO PICADO**



CLASIFICACION DE SUELOS SEGÚN SUCS Y AASHTO

SAN SEBASTIAN:

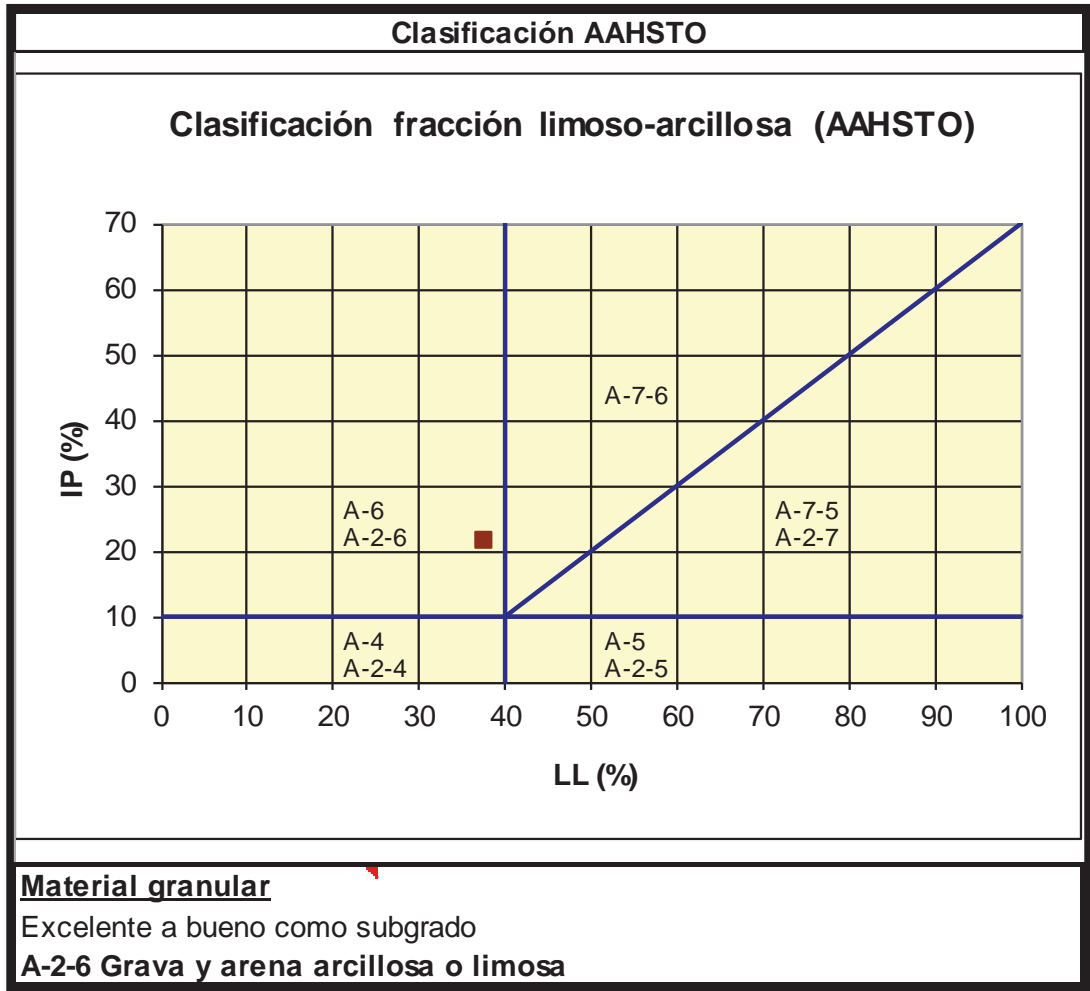




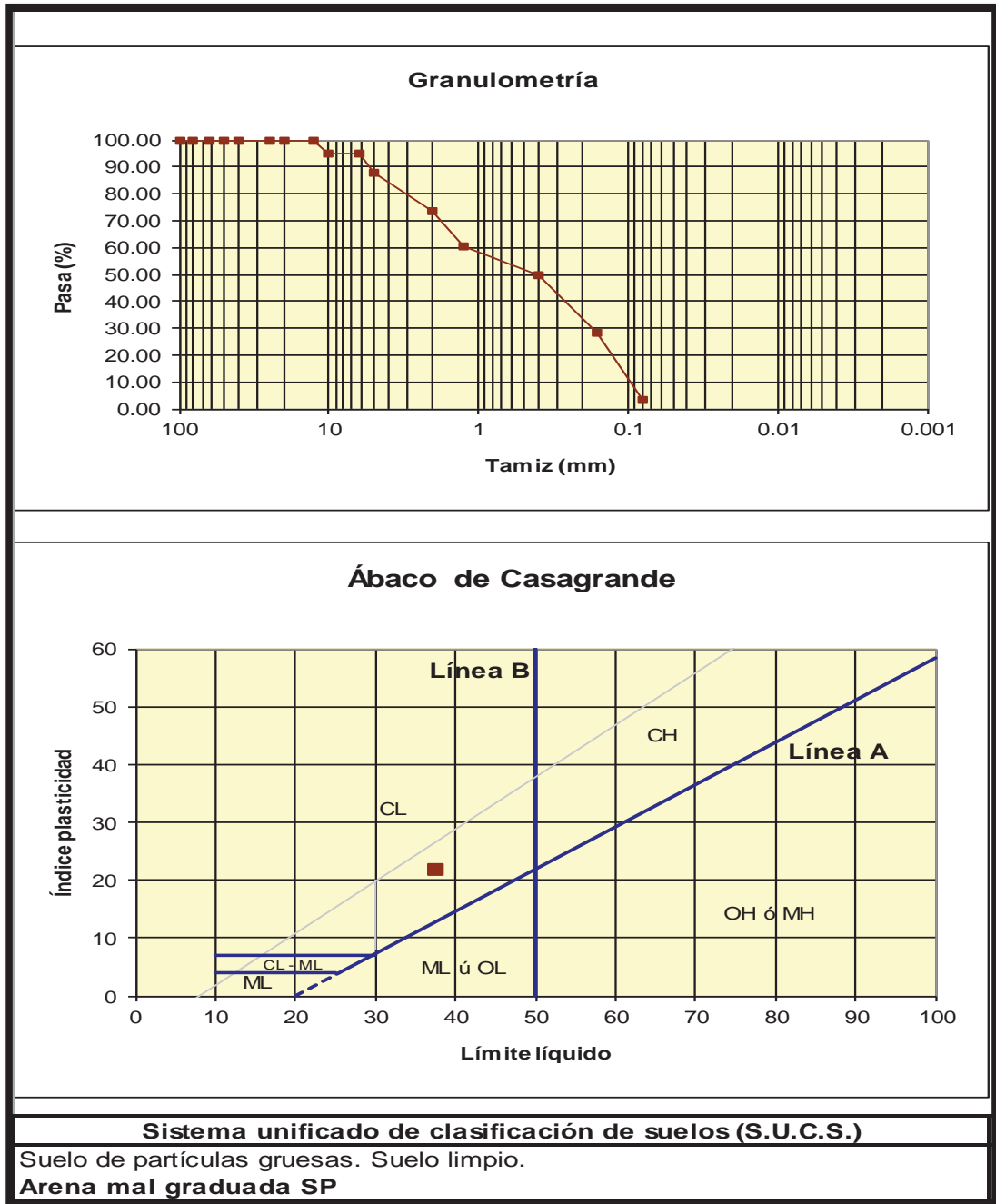
**CLASIFICACION DE SUELOS SEGÚN SUCS Y AASHTO**

**SAN JERONIMO:**

Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido Acumulado (%)	Retenido Parcial (%)
100	100.00	100.00	0.00	0.00
80	100.00	100.00	0.00	0.00
63	100.00	100.00	0.00	0.00
50	100.00	100.00	0.00	0.00
40	100.00	100.00	0.00	0.00
25	100.00	100.00	0.00	0.00
20	100.00	100.00	0.00	0.00
12.5	100.00	100.00	0.00	0.00
10	95.15	95.15	4.85	4.85
6.3	95.15	95.15	4.85	0.00
5	87.88	87.88	12.12	7.27
2	73.25	73.25	26.75	14.63
1.25	60.41	60.41	39.59	12.84
0.4	49.87	49.87	50.13	10.54
0.160	28.57	28.57	71.43	21.30
0.080	3.38	3.38	96.62	25.19
Límite líquido LL	37.40	%		
Límite plástico LP	15.49	%		
Índice plasticidad IP	21.91	%		
Pasa tamiz N° 4 (5mm):			87.88	%
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):			3.38	%
D60:			1.22	mm
D30:			0.18	mm
D10 (diámetro efectivo):			0.10	mm
Coficiente de uniformidad (Cu):			12.05	
Grado de curvatura (Cc):			0.25	







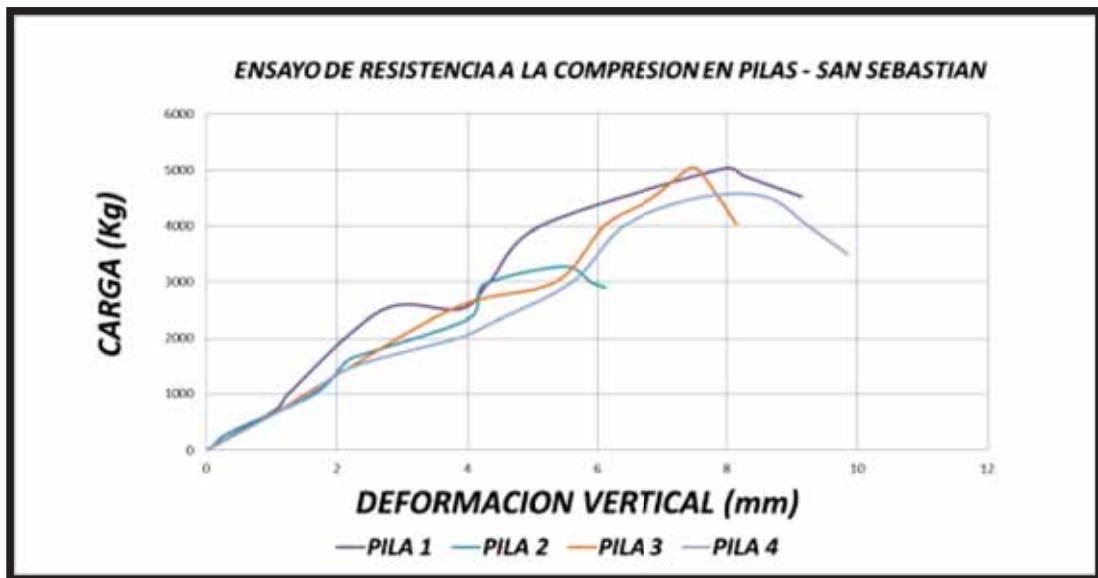
**ENSAYO 08:**

**RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL EN PILAS (DEFORMACION VERTICAL  
VS CARGA)**

**SAN SEBASTIAN:**

Deformación (mm)	PILA 1	Deformación (mm)	PILA 2	Deformación (mm)	PILA 3	Deformación (mm)	PILA 4
0	0	0	0	0	0	0	0
0	52.5	0.12	100	1.18	756.3	1.08	678.75
0.08	124.6	0.25	250	1.52	1000	1.59	1000
0.35	225.65	0.67	492	3.77	2521	2.27	1500
0.75	457.82	1.66	1000	5.34	3000	3.85	2000
1.09	755.25	2.08	1500	6.1	4000	4.35	2262.5
1.25	1000	2.21	1640	6.85	4500	5.6	3000
2.69	2500	4.02	2350	7.44	5042	6.4	4000
3.89	2517.5	4.25	2950	7.61	4950	7.55	4500
4.35	3025	5.48	3280	8.15	4025	8.59	4525
5.12	4001.5	5.89	3000			9.25	4000
7.98	5035	6.12	2900			9.85	3500
8.25	4900						
9.15	4525						

PILA	DEFORMACION MAXIMA (milímetros)	DEFORMACION AL QUINCE PORCIENTO	DEFORMACION AL CINCUENTA PORCIENTO
1	6.76	1.09	3.89
2	3.28	0.67	5.48
3	5.25	1.18	3.77
4	8.59	1.08	4.35

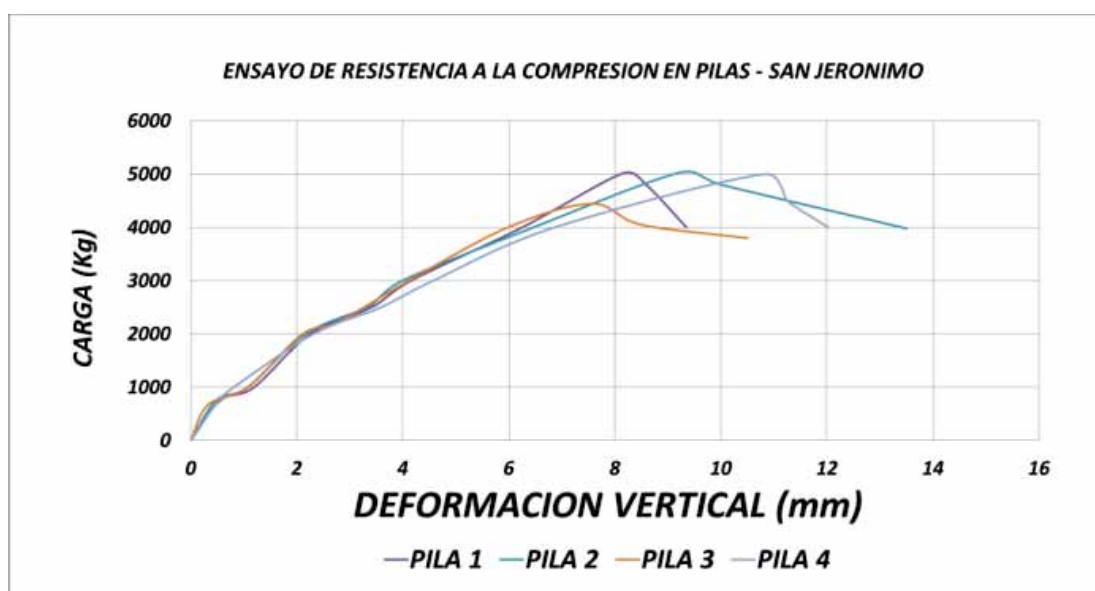


**RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL EN PILAS (DEFORMACION VERTICAL  
VS CARGA)**

**SAN JERONIMO:**

Deformación (mm)	Deformación (mm)	Deformación (mm)	Deformación (mm)	PILA 1	PILA 2	PILA 3	PILA 4
0	0	0	0	0	0	0	0
0.55	0.48	0.32	0.52	752.1	755.25	666.75	749.7
1.19	1.08	1.07	0.81	1000	1000	1000	1000
2.25	2.16	2.11	2.31	2000	2000	2000	2000
3.42	3.35	2.78	3.58	2507	2517.5	2222.5	2499
4.15	3.99	4.11	4.57	3000	3000	3000	3000
6.25	6.46	5.98	6.86	4000	4000	4000	4000
8.15	9.25	7.56	10.82	5014	5035	4445	4998
8.59	10.01	8.5	11.25	4800	4800	4050	4500
9.35	13.5	10.5	12.03	4000	3980	3800	4000

PILA	DEFORMACION MAXIMA (milímetros)	DEFORMACION AL QUINCE PORCIENTO	DEFORMACION AL CINCUENTA PORCIENTO
1	6.76	0.55	3.42
2	3.28	0.48	3.35
3	5.25	0.32	2.78
4	8.59	0.52	3.58

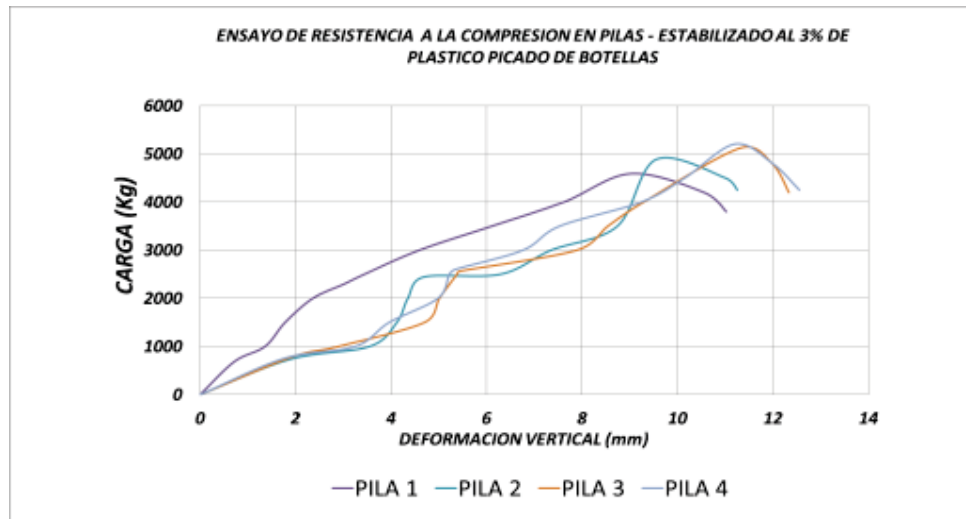


**RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL EN PILAS**  
**(DEFORMACION VERTICAL VS CARGA)**

**PILAS DE ADOBE ESTABILIZADO AL 3% DE PLASTICO PICADO DE BOTELLAS:**

Deformación (mm)	Deformación (mm)	Deformación (mm)	Deformación (mm)	PILA 1	PILA 2	PILA 3	PILA 4
0	0	0	0	0	0	0	0
0.72	1.88	1.92	1.76	688.5	732.75	780.75	752.1
1.36	3.55	2.9	3.25	1000	1000	1000	1000
1.78	4.12	4.7	3.96	1500	1500	1500	1500
2.36	4.35	5.01	4.98	2000	2000	2000	2000
3.01	4.68	5.38	5.22	2295	2442.5	2500	2500
3.44	6.29	5.43	5.35	2500	2500	2562.5	2602.5
4.59	7.35	7.89	6.76	3000	3000	3000	3000
6.11	8.74	8.54	7.53	3500	3500	3500	3500
7.62	9.55	9.29	9.24	4000	4885	4000	4000
9.02	11	11.32	10.15	4590	4500	5125	4500
10.55	11.25	11.98	11.2	4200	4250	4800	5205
11.02		12.33	11.99	3800		4200	4800
			12.55				4250

PILA	DEFORMACION MAXIMA (milímetros)	DEFORMACION AL QUINCE PORCIENTO	DEFORMACION AL CINCUENTA PORCIENTO
1	9.02	0.72	3.01
2	10.91	1.88	4.68
3	11.32	1.92	5.43
4	11.2	1.76	5.35

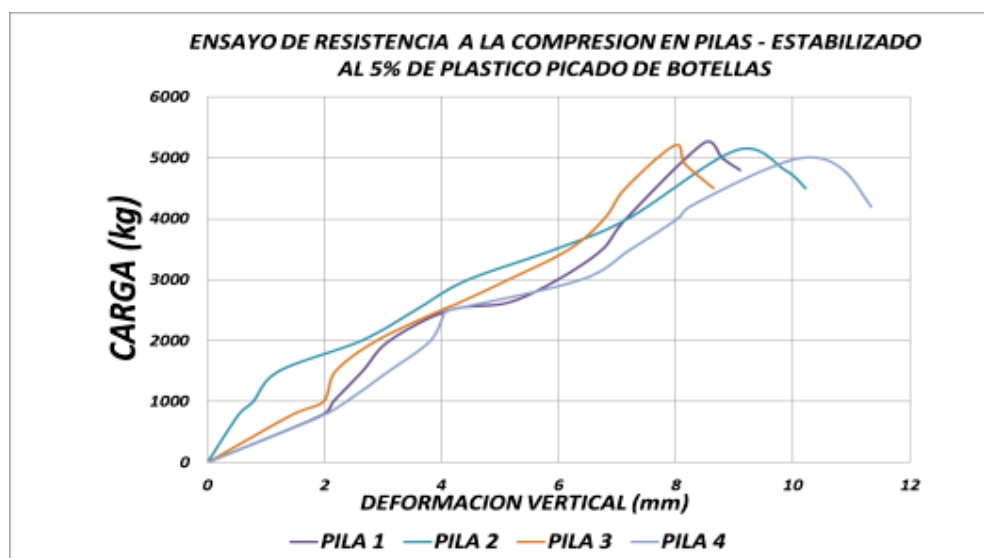


**RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL EN PILAS (DEFORMACION VERTICAL  
VS CARGA)**

**PILAS DE ADOBE ESTABILIZADO AL 5% DE PLASTICO PICADO DE BOTELLAS:**

Deformación (mm)	Deformación (mm)	Deformación (mm)	Deformación (mm)	PILA 1	PILA 2	PILA 3	PILA 4
0	0	0	0	0	0	0	0
1.97	0.52	1.44	1.92	787.575	769.275	780.525	751.575
2.15	0.78	1.98	2.37	1000	1000	1000	1000
2.65	1.22	2.19	3.1	1500	1500	1500	1500
3.11	2.63	2.89	3.81	2000	2000	2000	2000
4.13	3.55	3.99	4.07	2500	2500	2500	2500
5.14	3.66	4.25	4.15	2625.25	2564.25	2601.75	2505.25
5.98	4.45	5.14	6.38	3000	3000	3000	3000
6.75	5.94	6.18	7.23	3500	3500	3500	3500
7.15	7.18	6.78	8.03	4000	4000	4000	4000
8.49	9.04	7.14	8.24	5250.5	5128.5	4500	4200
8.79	9.87	7.98	9.51	5000	4800	5203.5	4800
9.1	10.22	8.16	10.3	4800	4500	4900	5010.5
		8.65	10.87			4500	4800
			11.34				4200

PILA	DEFORMACION MAXIMA (milímetros)	DEFORMACION AL QUINCE PORCIENTO	DEFORMACION AL CINCUENTA PORCIENTO
1	8.49	1.97	5.14
2	9.04	0.52	3.66
3	7.98	1.44	4.25
4	10.3	1.92	4.15

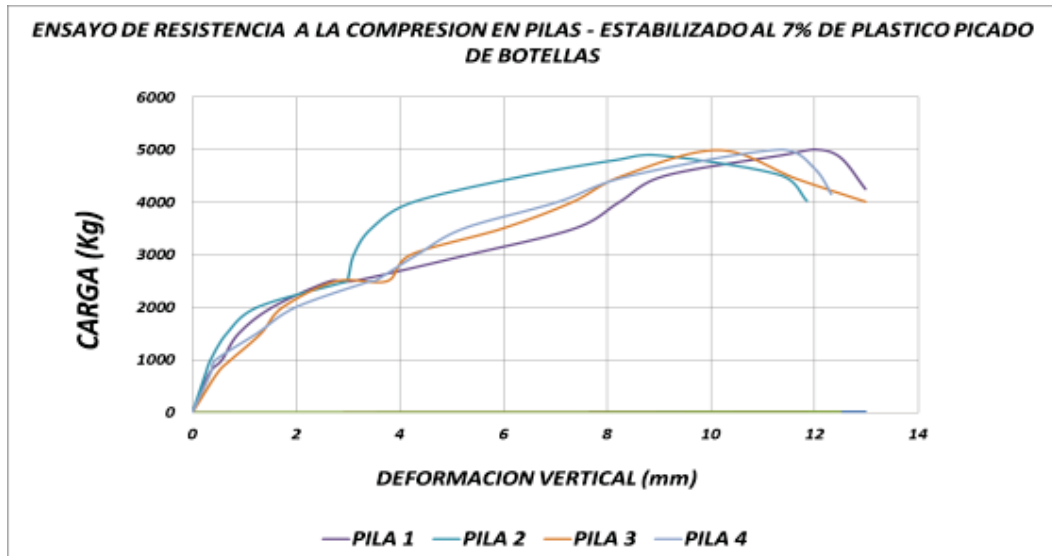


**RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL EN PILAS (DEFORMACION VERTICAL  
VS CARGA)**

**PILAS DE ADOBE ESTABILIZADO AL 7% DE PLASTICO PICADO DE BOTELLAS:**

Deformación (mm)	Deformación (mm)	Deformación (mm)	Deformación (mm)	PILA 1	PILA 2	PILA 3	PILA 4
0	0	0	0	0	0	0	0
0.33	0.25	0.48	0.35	750.78	733.575	748.875	750.195
0.57	0.35	0.74	0.45	1000	1000	1000	1000
0.89	0.66	1.32	1.24	1500	1500	1500	1500
1.54	1.25	1.74	1.99	2000	2000	2000	2000
2.66	2.8	2.77	3.44	2500	2445.25	2496.25	2500
3.12	2.98	3.76	3.52	2502.6	2500	2500	2500.65
5.32	3.11	4.21	4.33	3000	3000	3000	3000
7.37	3.45	5.98	5.23	3500	3500	3500	3500
8.23	4.25	7.32	7.03	4000	4000	4000	4000
9.1	6.4	8.29	8.43	4500	4500	4500	4500
11.4	8.15	10.15	11.33	4900	4800	4992.5	5001.3
12.01	9.01	11.65	11.99	5005.2	4890.5	4445	4650
12.5	11.32	12.98	12.32	4850	4520	4010.5	4155
12.98	11.85			4250	4025		

PILA	DEFORMACION MAXIMA (milímetros)	DEFORMACION AL QUINCE PORCIENTO	DEFORMACION AL CINCUENTA PORCIENTO
1	12.01	0.33	3.12
2	9.01	0.25	2.8
3	10.15	0.48	2.77
4	11.33	0.35	3.52

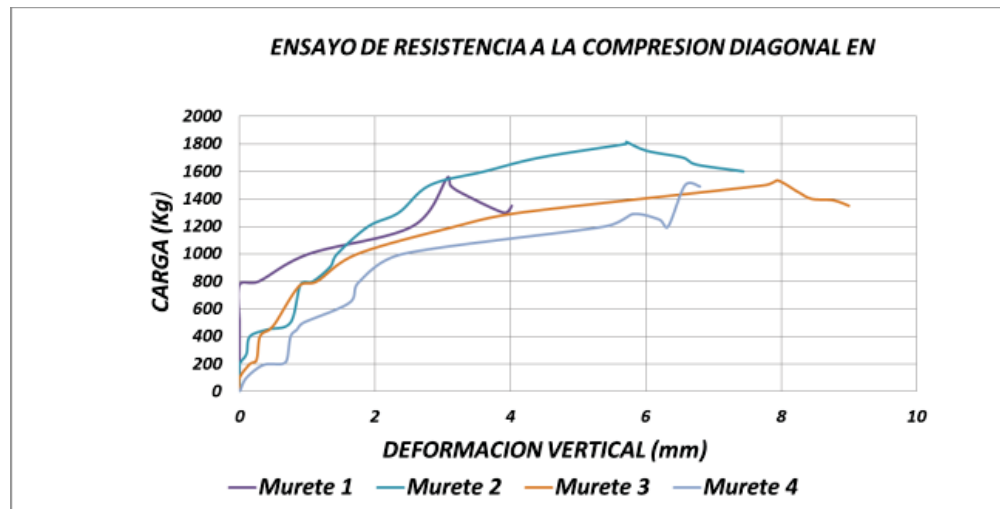


**ENSAYO 09:**

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAGONAL EN MURETES (DEFORMACION  
VERTICAL VS CARGA)**

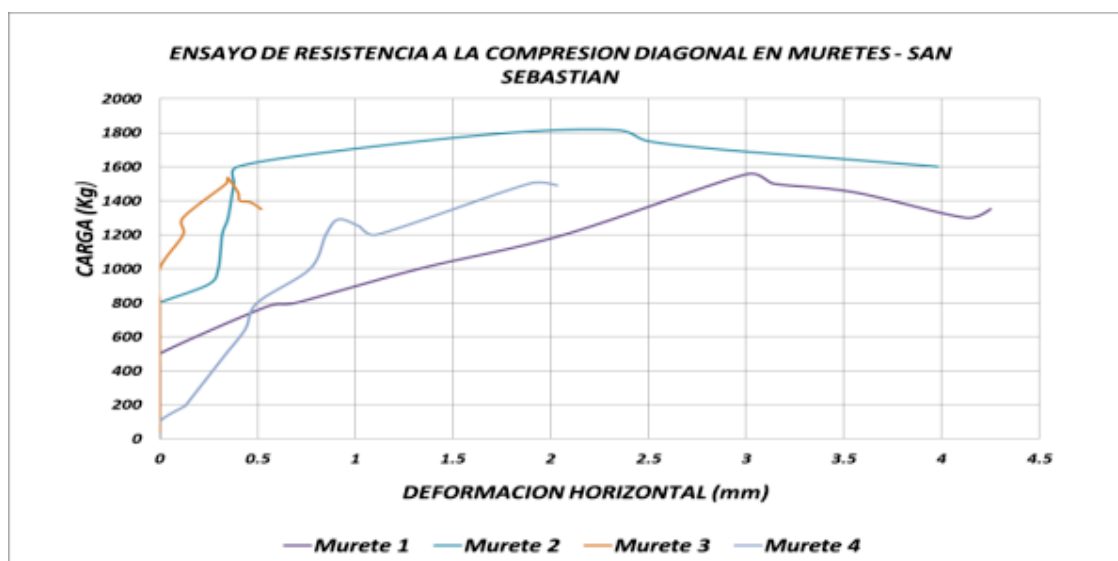
**SAN SEBASTIAN:**

DV	DV	DV	DV	Murete 1	Murete 2	Murete 3	Murete 4
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0.1	100	100	100	100
0	0	0.15	0.35	200	200	200	193.5
0	0.1	0.25	0.62	233.25	272.25	230.25	200
0	0.15	0.3	0.7	400	400	400	233.25
0	0.4	0.44	0.752	450	450	450	400
0	0.75	0.53	0.846	500	500	500	450
0	0.9	0.88	0.94	777.5	777.5	767.5	500
0.28	1.08	1.14	1.62	800	800	800	645
1.02	1.34	1.74	1.77	1000	907.5	1000	800
2.55	1.44	3.19	2.41	1200	1000	1200	1000
3.07	1.9	4.14	5.4	1555	1200	1300	1200
3.11	2.35	7.76	5.805	1500	1300	1500	1290
3.25	2.81	7.94	6.2	1450	1500	1535	1250
3.9	3.62	8.25	6.33	1300	1600	1450	1200
4.02	4.43	8.45	6.58	1350	1700	1400	1500
	5.71	8.77	6.8		1800	1390	1490
	5.71	9			1815	1350	
	6.01				1750		
	6.55				1700		
	6.74				1650		
	7.44				1600		



**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FISICO MECANICO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA DE ADOBE CON ADICIÓN DE BOTELLAS DE PLASTICO PICADO EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2018”**

DH	DH	DH	DH	Murete 1	Murete 2	Murete 3	Murete 4
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	100	100	100	100
0	0	0	0.13158	200	200	200	193.5
0	0	0	0.136	233.25	272.25	230.25	200
0	0	0	0.15861	400	400	400	233.25
0	0	0	0.272	450	450	450	400
0	0	0	0.306	500	500	500	450
0.55	0	0	0.34	777.5	777.5	767.5	500
0.7	0	0	0.4386	800	800	800	645
1.33	0.25	0	0.5	1000	907.5	1000	800
2.07	0.3	0.12	0.77	1200	1000	1200	1000
3	0.32	0.12	0.85	1555	1200	1300	1200
3.14	0.35	0.34	0.91375	1500	1300	1500	1290
3.55	0.38	0.348	1.02	1450	1500	1535	1250
4.12	0.4	0.4	1.11	1300	1600	1450	1200
4.25	0.96	0.41	1.89	1350	1700	1400	1500
	1.8	0.465	2.033		1800	1390	1490
	2.34	0.52			1815	1350	
	2.5				1750		
	2.88				1700		
	3.44				1650		
	3.98				1600		



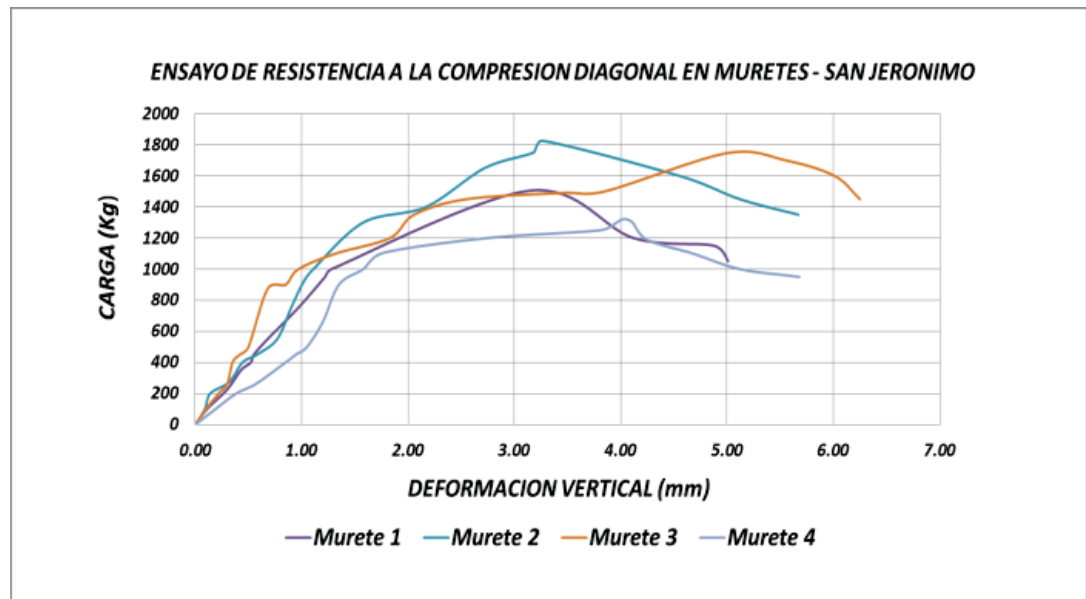
DEF. VERTICAL (milímetros)				DEF. HORIZONTAL (milímetros)			
MURETE	DEFORMACION MAXIMA	DEF. AL QUINCE PORCIENTO	DEF. AL QUINCE PORCIENTO	MURETE	DEFORMACION MAXIMA	DEF. AL QUINCE PORCIENTO	DEF. AL QUINCE PORCIENTO
1	3.1	0.0	0.0	1	3.0	0.0	0.6
2	5.7	0.1	1.3	2	2.3	0.0	0.3
3	7.9	0.3	0.9	3	0.3	0.0	0.0
4	5.8	0.4	1.6	4	0.9	0.1	0.4



**RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAGONAL EN MURETES (DEFORMACION  
VERTICAL VS CARGA)**

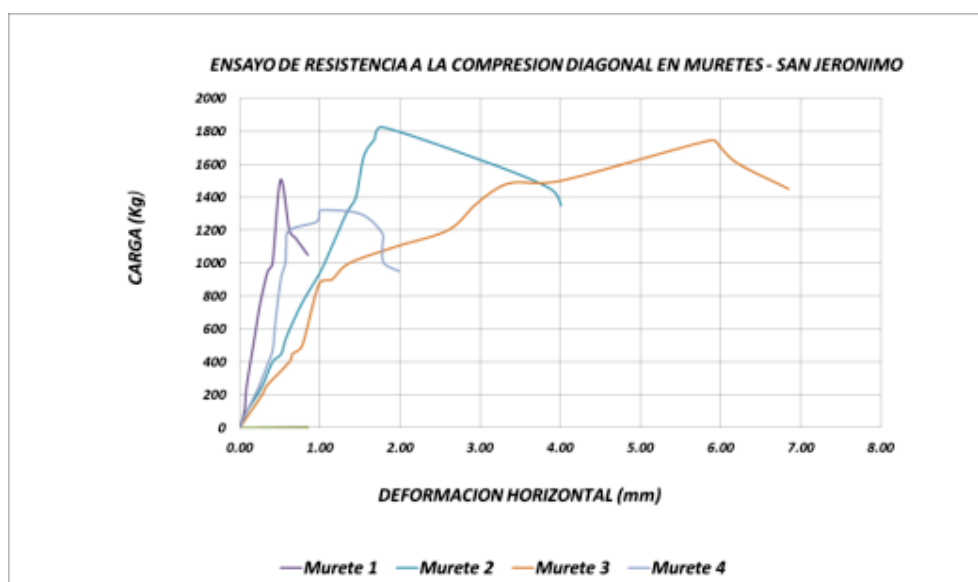
**SAN JERONIMO:**

D.V	D.V	D.V	D.V	Murete 1	Murete 2	Murete 3	Murete 4
0.00	0	0	0	0	0	0	0
0.11	0.09	0.10	0.19	100	100	100	100
0.30	0.14	0.22	0.38	225.75	200	200	198.3
0.43	0.32	0.30	0.57	350	273.75	261.9	261.9
0.52	0.44	0.35	0.85	400	400	400	400
0.55	0.58	0.42	0.95	450	450	450	450
0.68	0.77	0.50	1.05	550	550	500	500
0.97	0.90	0.68	1.2	752.5	750	873	661
1.22	1.01	0.85	1.35	950	912.5	900	900
1.28	1.11	0.97	1.58	1000	1000	1000	1000
3.15	1.58	1.32	1.77	1505	1300	1100	1105
4.12	2.17	1.83	2.75	1200	1400	1200	1200
4.88	2.72	2.06	3.811	1150	1650	1350	1250
5.01	3.18	2.55	3.963	1050	1750	1450	1300
	3.27	3.45	4.03		1825	1490	1322
	4.55	3.85	4.11		1600	1500	1300
	5.12	5	4.25		1450	1746	1188
	5.67	5.55	4.68		1350	1700	1100
	6.01	6.01	5.12			1600	1000
	6.25	6.25	5.68			1450	950



**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FISICO MECANICO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA DE ADOBE  
CON ADICIÓN DE BOTELLAS DE PLASTICO PICADO EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2018”**

D.H	D.H	D.H	D.H	Murete 1	Murete 2	Murete 3	Murete 4
0.00	0	0	0	0	0	0	0
0.06	0.09	0.14	0.09	100	100	100	100
0.08	0.22	0.28	0.19	225.75	200	200	198.3
0.12	0.30	0.35	0.25	350	273.75	261.9	261.9
0.14	0.41	0.62	0.36	400	400	400	400
0.15	0.52	0.66	0.40	450	450	450	450
0.19	0.58	0.78	0.42	550	550	500	500
0.26	0.77	0.99	0.45	752.5	750	873	661
0.35	0.97	1.15	0.513	950	912.5	900	900
0.41	1.06	1.37	0.57	1000	1000	1000	1000
0.51	1.33	1.95	0.58	1505	1300	1100	1105
0.62	1.45	2.6	0.62	1200	1400	1200	1200
0.70	1.55	2.93	0.95	1150	1650	1350	1250
0.85	1.68	3.20	0.99	1050	1750	1450	1300
	1.78	3.44	1.01		1825	1490	1322
	3.15	4.01	1.5		1600	1500	1300
	3.88	5.88	1.77		1450	1746	1188
	4.01	6	1.78		1350	1700	1100
		6.23	1.8			1600	1000
		6.85	1.99			1450	950

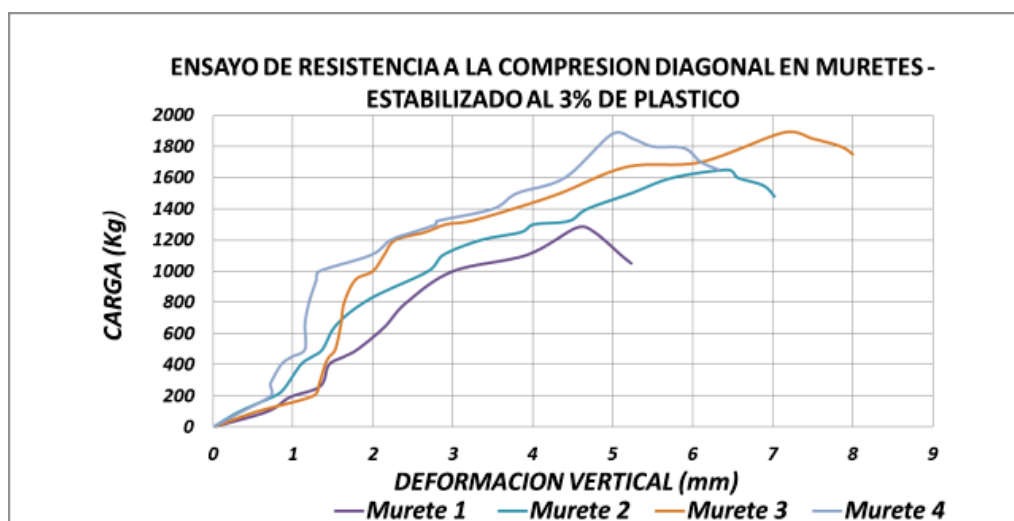


DEF. VERTICAL (milímetros)				DEF. HORIZONTAL (milímetros)			
MURETE	DEFORMACION MAXIMA	DEF. AL QUINCE PORCIENTO	DEF. AL QUINCE PORCIENTO	MURETE	DEFORMACION MAXIMA	DEF. AL QUINCE PORCIENTO	DEF. AL QUINCE PORCIENTO
1	3.15	0.30	0.97	1	0.19	0.08	0.26
2	3.27	0.32	1.01	2	1.78	0.3	0.97
3	5	0.30	0.68	3	5.88	0.35	0.99
4	4.03	0.38	1.2	4	1.01	0.19	0.45

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAGONAL EN MURETES (DEFORMACION  
VERTICAL VS CARGA)**

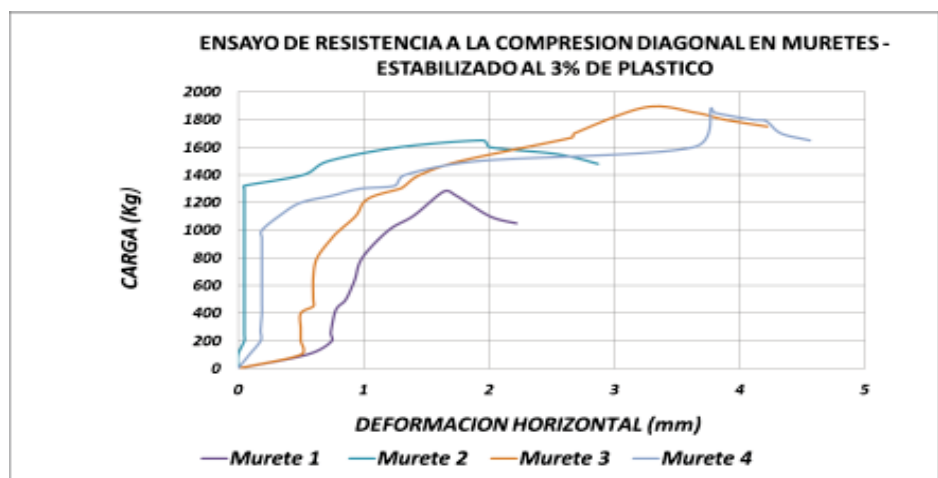
**MURETE DE ADOBE ESTABILIZADO AL 3% DE PLASTICO PICADO DE BOTELLAS:**

DV	DV	DV	DV	Murete 1	Murete 2	Murete 3	Murete 4
0	0	0	0	0	0	0	0
0.68	0.33	0.55	0.36	100	100	100	100
0.96	0.77	1.25	0.72	192	200	200	200
1.34	0.89	1.33	0.72	261.9	247.5	283.5	261.9
1.448	1.096	1.4	0.72	400	400	400	282
1.629	1.233	1.45	0.85	450	450	450	400
1.81	1.37	1.53	0.98	500	500	500	450
2.14	1.55	1.6	1.15	640	661	661	500
2.42	1.97	1.64	1.15	800	825	800	661
3	2.69	1.78	1.2	1000	1000	945	800
3.93	2.88	2	1.29	1105	1105	1000	940
4.55	3.35	2.14	1.33	1280	1200	1105	1000
4.77	3.85	2.28	1.98	1250	1250	1200	1105
5.11	4.01	2.65	2.22	1100	1300	1250	1200
5.23	4.45	2.91	2.5	1050	1322	1300	1250
	4.68	3.22	2.79		1400	1322	1300
	5.23	3.75	2.8		1500	1400	1322
	5.75	4.34	3.5		1600	1500	1400
	6.44	5.18	3.8		1650	1670	1500
	6.56	6.1	4.4		1600	1700	1600
	6.88	7.14	4.99		1550	1890	1880
	7.02	7.5	5.25		1480	1850	1850
		7.85	5.5			1800	1800
		8	5.89			1750	1790
			6.1				1700
			6.33				1650



**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FISICO MECANICO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA DE ADOBE  
CON ADICIÓN DE BOTELLAS DE PLASTICO PICADO EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2018”**

DH	DH	DH	DH	Murete 1	Murete 2	Murete 3	Murete 4
0	0	0	0	0	0	0	0
0.55	0	0.5	0.09	100	100	100	100
0.74	0.05	0.5	0.18	192	200	200	200
0.74	0.05	0.5	0.18	261.9	247.5	283.5	261.9
0.77	0.05	0.5	0.18	400	400	400	282
0.8	0.05	0.6	0.19	450	450	450	400
0.86	0.05	0.6	0.19	500	500	500	450
0.93	0.05	0.6	0.19	640	661	661	500
0.99	0.05	0.63	0.19	800	825	800	661
1.2	0.05	0.75	0.19	1000	1000	945	800
1.4	0.05	0.81	0.19	1105	1105	1000	940
1.64	0.05	0.94	0.19	1280	1200	1105	1000
1.74	0.05	1	0.33	1250	1250	1200	1105
2.01	0.05	1.09	0.5	1100	1300	1250	1200
2.22	0.05	1.29	0.75	1050	1322	1300	1250
	0.52	1.33	0.97		1400	1322	1300
	0.72	1.45	1.25		1500	1400	1322
	1.28	1.77	1.33		1600	1500	1400
	1.95	2.66	1.91		1650	1670	1500
	2.01	2.68	3.63		1600	1700	1600
	2.55	3.25	3.77		1550	1890	1880
	2.87	3.65	3.8		1480	1850	1850
		3.88	4.1			1800	1800
		4.22	4.21			1750	1790
			4.33				1700
			4.56				1650

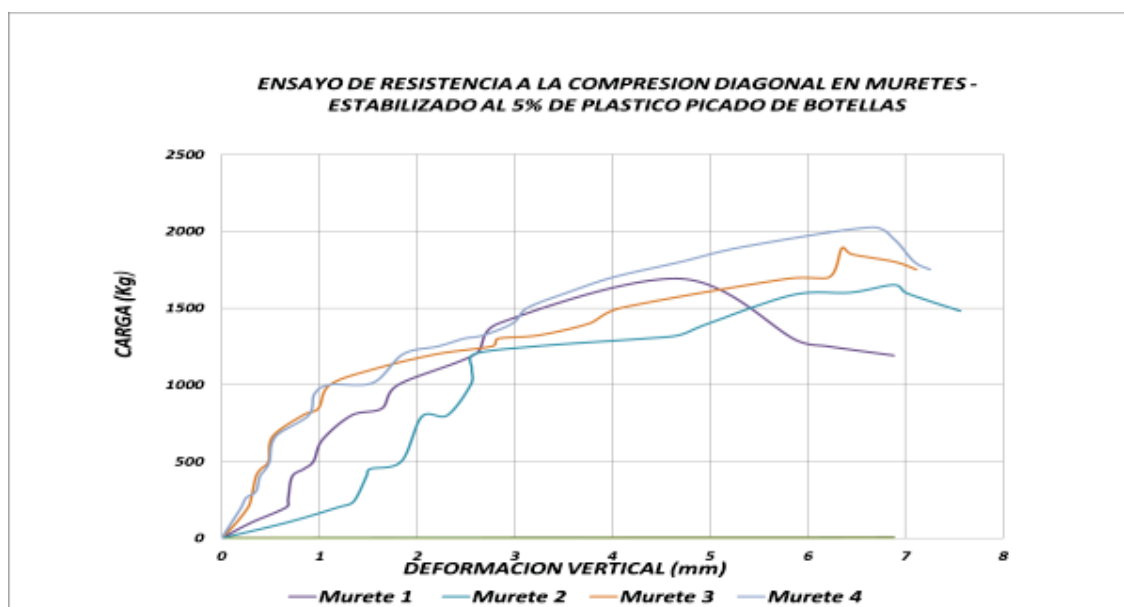


DEF. VERTICAL (milímetros)				DEF. HORIZONTAL (milímetros)			
MURETE	DEFORMACION MAXIMA	DEF. AL QUINCE PORCIENTO	DEF. AL QUINCE PORCIENTO	MURETE	DEFORMACION MAXIMA	DEF. AL QUINCE PORCIENTO	DEF. AL QUINCE PORCIENTO
1	4.55	0.96	2.14	1	1.64	0.74	0.93
2	6.44	0.89	1.97	2	1.95	0.05	0.05
3	7.14	1.33	1.78	3	3.25	0.5	0.75
4	4.99	0.72	1.29	4	3.77	0.18	0.19

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAGONAL EN MURETES (DEFORMACION  
VERTICAL VS CARGA)**

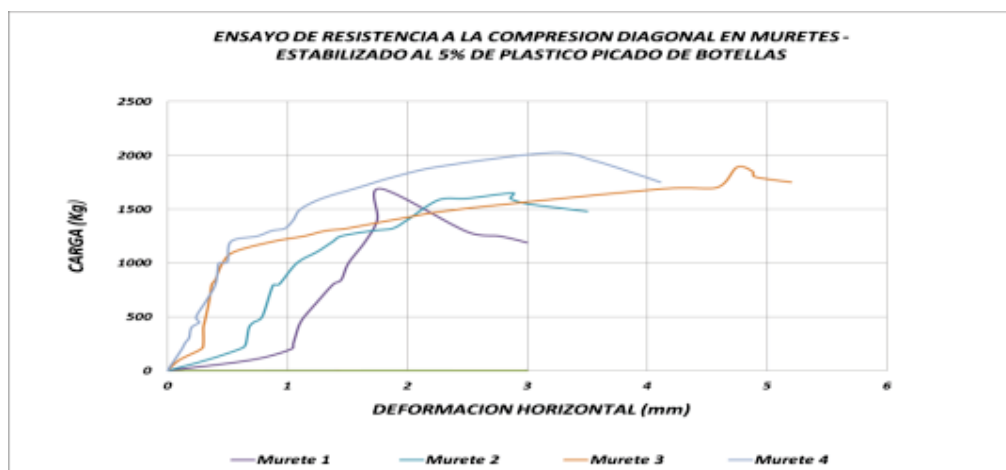
**MURETE DE ADOBE ESTABILIZADO AL 5% DE PLASTICO PICADO DE BOTELLAS:**

DV	DV	DV	DV	Murete 1	Murete 2	Murete 3	Murete 4
0	0	0	0	0	0	0	0
0.3	0.66	0.15	0.1	100	100	100	100
0.66	1.19	0.27	0.2	200	200	200	200
0.68	1.35	0.3	0.25	253.5	237.75	253.5	261.9
0.72	1.48	0.35	0.35	400	400	400	303.75
0.84	1.52	0.4	0.39	450	450	450	400
0.94	1.84	0.48	0.45	500	500	500	450
1.03	2.05	0.52	0.49	640	792.5	661	500
1.33	2.31	0.83	0.55	800	800	800	661
1.64	2.55	0.99	0.89	845	1000	845	800
1.81	2.56	1.11	0.95	1000	1105	1000	940
2.6	2.59	1.58	1.11	1200	1200	1105	1000
2.84	3.22	2.21	1.55	1400	1250	1200	1012.5
4.7	4.33	2.77	1.86	1690	1300	1250	1200
5.88	4.68	2.83	2.22	1290	1322	1300	1250
6.2	4.99	3.25	2.48	1250	1400	1322	1300
6.88	5.85	3.77	2.68	1190	1585	1400	1322
	6.44	4.09	2.98		1600	1500	1400
	6.88	5.79	3.13		1650	1690	1500
	7	6.22	3.54		1600	1700	1600
	7.22	6.35	4.01		1550	1890	1700
	7.56	6.45	4.7		1480	1850	1800
		6.89	5.36			1800	1900
		7.11	6.65			1750	2025
			6.88				1950
			7.09				1800
			7.25				1750



**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FISICO MECANICO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA DE ADOBE  
CON ADICIÓN DE BOTELLAS DE PLASTICO PICADO EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2018”**

DH	DH	DH	DH	Murete 1	Murete 2	Murete 3	Murete 4
0	0	0	0	0	0	0	0
0.7	0.33	0.1	0.06	100	100	100	100
1.03	0.6	0.28	0.12	200	200	200	200
1.05	0.65	0.3	0.15	253.5	237.75	253.5	261.9
1.09	0.68	0.3	0.18	400	400	400	303.75
1.11	0.72	0.31	0.2	450	450	450	400
1.14	0.79	0.32	0.265	500	500	500	450
1.25	0.88	0.35	0.24	640	792.5	661	500
1.38	0.93	0.37	0.33	800	800	800	661
1.45	1.08	0.4	0.4	845	1000	845	800
1.51	1.25	0.46	0.42	1000	1105	1000	940
1.65	1.38	0.56	0.43	1200	1200	1105	1000
1.75	1.45	0.88	0.5	1400	1250	1200	1012.5
1.78	1.71	1.14	0.53	1690	1300	1250	1200
2.5	1.88	1.32	0.75	1290	1322	1300	1250
2.77	2	1.5	0.87	1250	1400	1322	1300
3	2.26	1.88	0.98	1190	1585	1400	1322
	2.5	2.44	1.05		1600	1500	1400
	2.88	4.14	1.11		1650	1690	1500
	2.86	4.58	1.29		1600	1700	1600
	3	4.75	1.59		1550	1890	1700
	3.5	4.88	1.89		1480	1850	1800
		4.9	2.29			1800	1900
		5.2	3.21			1750	2025
			3.56				1950
			3.98				1800
			4.11				1750

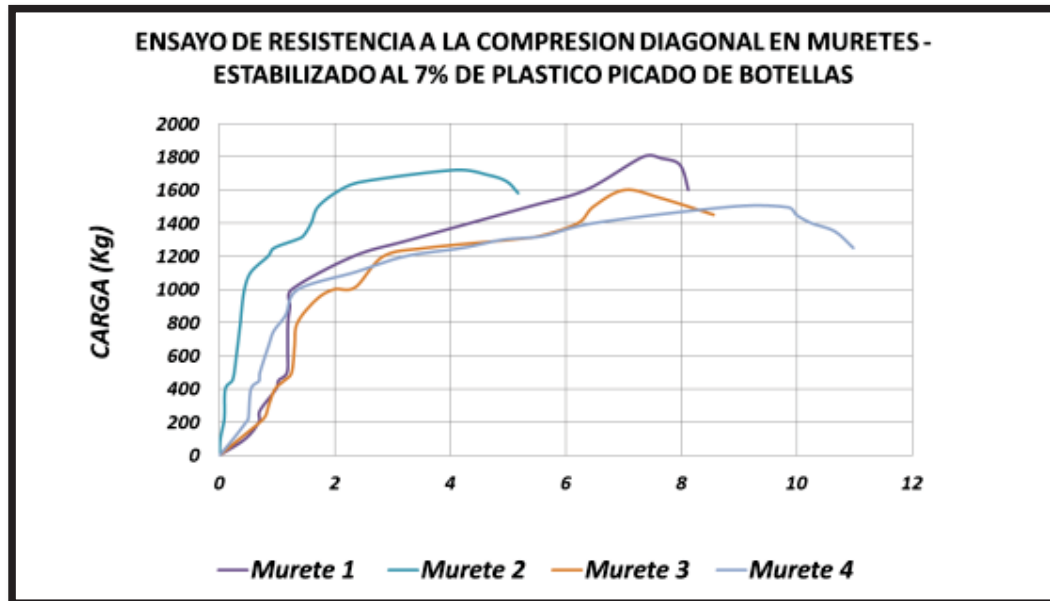


DEF. VERTICAL (milímetros)				DEF. HORIZONTAL (milímetros)			
MURETE	DEFORMACION MAXIMA	DEF. AL QUINCE PORCIENTO	DEF. AL QUINCE PORCIENTO	MURETE	DEFORMACION MAXIMA	DEF. AL QUINCE PORCIENTO	DEF. AL QUINCE PORCIENTO
1	4.7	0.68	1.64	1	1.78	1.05	1.45
2	5.85	1.35	2.05	2	2.26	0.65	0.88
3	5.79	0.3	0.4	3	4.14	0.3	0.4
4	6.65	0.35	0.5	4	3.21	0.18	0.5

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAGONAL EN MURETES (DEFORMACION  
VERTICAL VS CARGA)**

**MURETE DE ADOBE ESTABILIZADO AL 7% DE PLASTICO PICADO DE BOTELLAS:**

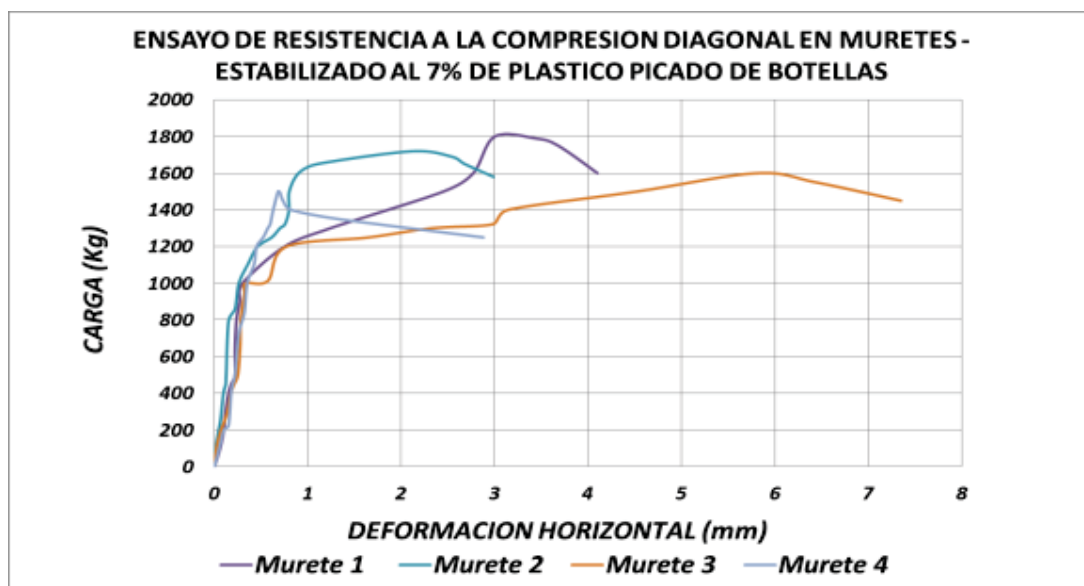
DV	DV	DV	DV	Murete 1	Murete 2	Murete 3	Murete 4
0	0	0	0	0	0	0	0
0.45	0.015	0.35	0.24	100	100	100	100
0.68	0.075	0.7	0.46	200	200	200	200
0.7	0.088	0.799	0.5	270	258	240	225
0.98	0.099	0.854	0.544	400	400	303.75	400
1.02	0.22	0.961	0.687	450	450	400	450
1.17	0.255	1.12	0.7	500	500	450	500
1.18	0.359	1.25	0.85	640	792.5	500	661
1.185	0.377	1.3	0.94	800	860	661	750
1.22	0.43	1.35	1.145	900	1000	800	845
1.25	0.544	1.68	1.36	1000	1105	940	1000
2.32	0.84	1.98	2.356	1200	1200	1000	1105
3.31	0.947	2.35	3.22	1300	1250	1012.5	1200
5.37	1.33	2.84	4.21	1500	1300	1200	1250
6.35	1.45	3.58	4.91	1600	1322	1250	1300
7.34	1.589	5.05	5.61	1800	1400	1300	1322
7.66	1.71	5.55	6.49	1790	1500	1322	1400
7.98	2.09	6.21	8.91	1750	1600	1400	1500
8.12	2.48	6.48	9.85	1600	1650	1500	1495
	4.08	7.02	9.99		1720	1600	1450
	4.65	7.65	10.25		1690	1550	1400
	4.98	8.56	10.66		1650	1450	1350
	5.174		10.98		1580		1250





**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FISICO MECANICO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA DE ADOBE  
CON ADICIÓN DE BOTELLAS DE PLASTICO PICADO EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2018”**

DH	DH	DH	DH	Murete 1	Murete 2	Murete 3	Murete 4
0	0	0	0	0	0	0	0
0.06	0.01	0.02	0.05	100	100	100	100
0.1	0.045	0.07	0.1	200	200	200	200
0.11	0.065	0.1	0.15	270	258	240	225
0.15	0.095	0.14	0.178	400	400	303.75	400
0.18	0.12	0.175	0.195	450	450	400	450
0.22	0.125	0.21	0.22	500	500	450	500
0.22	0.15	0.25	0.245	640	792.5	500	661
0.235	0.22	0.275	0.27	800	860	661	750
0.27	0.26	0.28	0.321	900	1000	800	845
0.3	0.359	0.319	0.35	1000	1105	940	1000
0.75	0.46	0.33	0.425	1200	1200	1000	1105
1.24	0.612	0.57	0.45	1300	1250	1012.5	1200
2.45	0.7	0.77	0.521	1500	1300	1200	1250
2.77	0.754	1.65	0.57	1600	1322	1250	1300
3	0.798	2.32	0.596	1800	1400	1300	1322
3.44	0.8	2.98	0.628	1790	1500	1322	1400
3.68	0.9	3.14	0.68	1750	1600	1400	1500
4.1	1.1	4.52	0.7	1600	1650	1500	1495
	2.12	5.8	0.733		1720	1600	1450
	2.54	6.44	0.822		1690	1550	1400
	2.68	7.35	1.33		1650	1450	1350
	2.987		2.88		1580		1250



DEF. VERTICAL (milímetros)				DEF. HORIZONTAL (milímetros)			
MURETE	DEFORMACION MAXIMA	DEF. AL QUINCE PORCIENTO	DEF. AL QUINCE PORCIENTO	MURETE	DEFORMACION MAXIMA	DEF. AL QUINCE PORCIENTO	DEF. AL QUINCE PORCIENTO
1	7.34	0.7	1.22	1	3	0.11	0.27
2	4.08	0.088	0.377	2	2.12	0.065	0.22
3	7.02	0.799	1.35	3	5.8	0.1	0.28
4	8.91	0.5	0.94	4	0.68	0.15	0.27



**PANEL FOTOGRAFICO**

**PRUEBAS DE CONTROL PARA LA SELECCIÓN DE SUELO APTO PARA  
LA ELABORACION DE ADOBES Y EXTRACCION DE SUELO**



FIGURA 66. EXTRACCION DEL SUELO DE  
SAN SEBASTIAN



FIGURA 67. EXTRACCION DEL SUELO DE SAN  
JERONIMO



FIGURA 68. ENSAYO DE RESISTENCIA SECA



FIGURA 69. PRUEBA DE LA CINTA DE  
BARRO



FIGURA 70. MAQUINA PARA EL PLASTICO PICADO DE BOTELLAS



FIGURA 71. EXTRACCION DEL PLASTICO PICADO DE BOTELLAS



ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD



FIGURA 72. MEDIDA DEL PESO DE MUESTRA HUMEDA 01 + CAPSULA



FIGURA 73. MEDIDA DEL PESO DE MUESTRA HUMEDA 02 + CAPSULA



FIGURA 74. MEDIDA DEL PESO DE MUESTRA HUMEDA 03 + CAPSULA



FIGURA 75. MEDIDA DEL PESO DE MUESTRA SECA 01 + CAPSULA



FIGURA 76. MEDIDA DEL PESO DE MUESTRA SECA 02 + CAPSULA



FIGURA 77. MEDIDA DEL PESO DE MUESTRA SEC 03 + CAPSULA

**ENSAYO GRANULOMETRICO POR EL METODO DE LAVADO**



FIGURA 78. CUARTEO DE LA MUESTRA



FIGURA 79. LAVADO DE LA MUESTRA  
POR LA MALLA # 200



FIGURA 80. MUESTRA LAVADA



FIGURA 81. TAMICES PARA LA MUESTRA  
SECA





FIGURA 82. GRANULOMETRIA DE PARTICULAS (1)



FIGURA 83. GRANULOMETRIA DE PARTICULAS (2)

## ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG



FIGURA 84. PESO DE MUESTRA QUE PASA MALLA #40



FIGURA 85. MEZCLA DE LA MUESTRA CON AGUA



FIGURA 86. MARCADOR EN 0 ANTES DEL ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO



FIGURA 87. MARCADOR EN 22 GOLPES DE LA MAQUINA DE CASAGRANDE DESPUES DEL ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO



FIGURA 88. DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO



FIGURA 89. MUESTRAS LISTAS PARA EL SECADO EN HORNO



**LIMPIEZA, NIVELACION DEL TERRENO, DOSIFICACION Y PROCESO DE  
PREPARACION DE LA MEZCLA PARA ADOBES**



FIGURA 90. LIMPIEZA DEL TERRENO



FIGURA 91. TERRENO LIMPIO Y NIVELADO



FIGURA 92. FRAGMENTACION DE LA  
PAJA A 7 cm DE LONGITUD



FIGURA 93. PESADO DE LA PAJA POR CADA  
TANDA



**FIGURA 94. PESADO DE PLASTICO PICADO DE BOTELLAS**



**FIGURA 95. DOSIFICACION DE PLASTICO PICADO de 4.75 mm DE DIAMETRO Y PAJA de 7cm DE LONGITUD**



**FIGURA 96. DOSIFICACION DE TIERRA PARA ELABORACION DE ADOBES**



**FIGURA 97. ADICION DE AGUA PARA ELABORACION DE BARRO**





FIGURA 98. MEZCLADO DE TIERRA, PAJA Y AGUA PARA LA ELABORACION DE ADOBES TRADICIONALES



FIGURA 99. MEZCLADO DE TIERRA, PAJA Y AGUA PARA LA ELABORACION DE ADOBES ESTABILIZADOS CON PLASTICO PICADO DE BOTELLAS



FIGURA 100. PISADO DE LA MEZCLA DE TIERRA, AGUA Y PAJA.



FIGURA 101. PISADO DE LA MEZCLA DE TIERRA, AGUA, PAJAY PLASTICO PICADO DE BOTELLAS



FIGURA102. MEZCLA UNIFORME DE LA MASA DE BARRO.



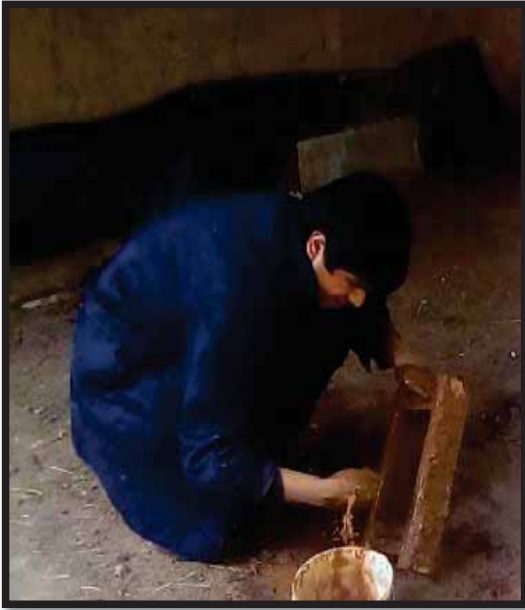
FIGURA103. VOLTEADO DE LA MEZCLA PARA UNIFORMIZAR LA MASA DE BARRO



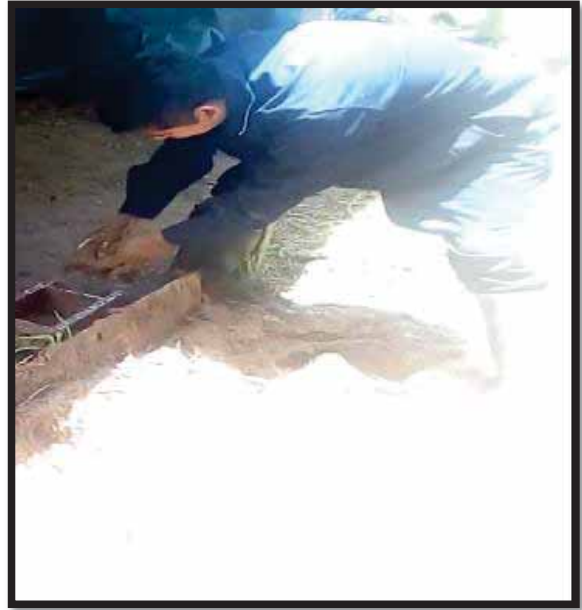
FIGURA104. DORMIDO DE LA MEZCLA DE BARRO



**PROCESO DE ELABORACION DE ADOBES**



**FIGURA 105. MOJADO DE ADOBERA  
PARA ELBAORAR ADOBES**



**FIGURA 106. COLOCACION DE LA  
PORCION DE BARRO EN LA ADOBERA**



**FIGURA 107.ACABADO DE LA  
CARASUPERIOR DEL ADOBE Y RETIRDO DEL  
MOLDE**



**FIGURA 108. SECADO DE LAS UNIDADES DE  
ADOBE EN LA SOMBRA**



**FIGURA 109. VOLTEADO DE LAS UNIDADES DE ADOBE PARA UN MEJOR SECADO**



**FIGURA 110. ACOPIO DE UNIDADES DE ADOBES**

MUESTRA DE ELABORACION DE ADOBE SEGÚN TIPO



FIGURA 111. ADOBE TRADICIONAL SAN JERONIMO



FIGURA 112. ADOBE TRADICIONAL SAN SEBASTIAN



FIGURA 113. ADOBE ESTABILIZADO AL 3% DE PLASTICO PICADO DE BOTELLAS



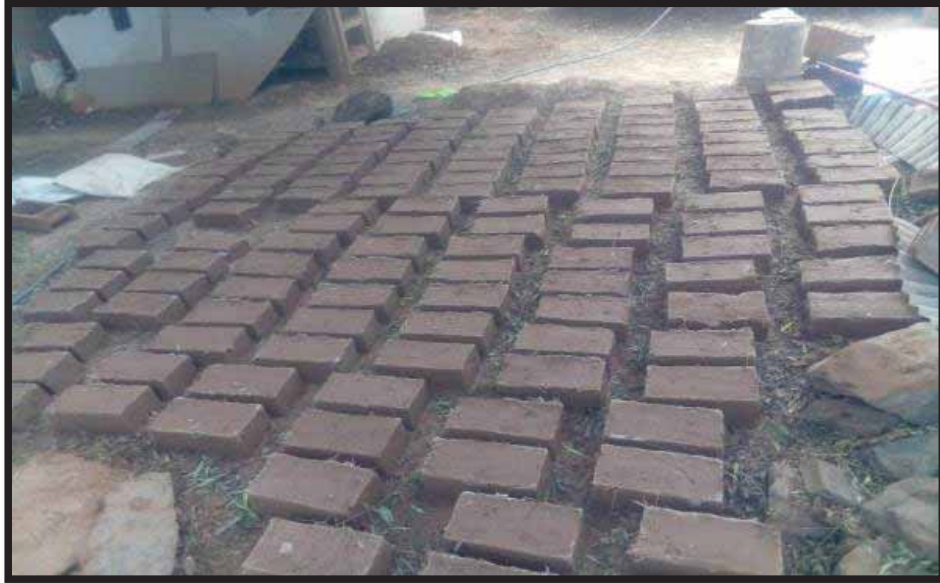


FIGURA 114. ADOBE ESTABILIZADO AL 5% DE PLASTICO PICADO DE BOTELLAS



FIGURA 115. ADOBE ESTABILIZADO AL 7% DE PLASTICO PICADO DE  
BOTELLAS



**ELABORACION DE PILAS DE ADOBE**



FIGURA 116. CONTROL DE ALTURA EN ELABORACION DE PILAS



FIGURA 117. NIVELACION VERTICAL EN CARA LATERAL DE LA PILA



FIGURA 118. CONTROL DE VERTICALIDAD DE LA PILA CON PLOMADA



FIGURA 119. NIVELACION CON PLOMADA DE LA  
PILA



FIGURA 119. NIVELACION DE LA  
JUNTA CON NIVEL DE MANO



FIGURA 120. ACABADO DE LA PILA



**ELABORACION DE MURETES DE ADOBE**



FIGURA 121. ELABORACION DE MURETES



FIGURA 122. CONTROL DE VERTICALIDAD  
DEL MURETE CON PLOMADA



FIGURA 123. COLOCACION DE MORTERO

ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PILAS



FIGURA 124. PERFILADO DE LAS CARAS DEL MURETE



FIGURA 125. ACABADO DE PILAS Y MURETES





FIGURA 126. ENSAYO A COMPRESION DE PILAS



FIGURA 127. MUESTRA A ENSAYAR



FIGURA 128. MUESTRA DESPUES DE LA APLICACIÓN DE CARGA



FIGURA 129. PILA DE ADOBE ESTABILIZADO



FIGURA 130. FALLA DE LA PILA



FIGURA 131. CONTROL DE LA DEFORMACION DE LA PILA



ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL EN MURETES



FIGURA 132. ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL DEL MURETE



RA 133. DIALES COLOCADOS EN LOS TACOS DE MADERA PARA DETERMINAR DEFORMACIONES



FIGURA 134. MURETE DESPUES DE SER SOMETIDO A CARGA



FIGURA 135. COLOCACION DE TACOS A 20 cm DE DISTANCIA



FIGURA 136. LECTURA DE LOS DIALES EN EL MOMENTO DE APLICACIÓN DE CARGA



FIGURA 137. FALLA DE MURETE