

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“INCORPORACIÓN DE ARENA GRUESA CON FIBRA DE MAGUEY PARA OPTIMIZAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y RAPIDEZ INICIAL DE ABSORCIÓN EN LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ADOBE DEL DISTRITO DE LLACLÍN-PROVINCIA DE RECUAY- ANCASH,2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Romel Alcides Tapia Cadillo

Asesor:

Ing. Mg. Jorge Luis Canta Honores

Lima - Perú

2021



DEDICATORIA

A mis padres; Juvenal Tapia Esteban y Paulina Cadillo Osorio, por haberme regalado la vida y me brindaron su apoyo incondicional en todo momento, los buenos principios y valores que me han enseñado desde mi niñez.

A mis hermanos, esposa e hijos, por sus consejos y alegrías que siempre me brindaron; son mi principal motivación.

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme salud y bienestar que permitió lograr mis metas.

A la “Universidad Privada del Norte” por permitir desarrollarme en el aspecto profesional y personal.

A mis padres y hermanos por el apoyo incondicional en el logro de mis metas.

A mi asesor, quien dedicó parte de su tiempo para guiarme en el desarrollo de la presente investigación.

A los Docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, quienes me brindaron sus conocimientos durante mi formación profesional.

A mis amigos y colegas, quienes me brindaron su apoyo y a todas las personas quienes has participado en el desarrollo de la presente investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
RESUMEN	12
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Realidad Problemática	14
<i>1.1.1. Nivel Internacional.</i>	<i>14</i>
<i>1.1.2. Nivel Nacional.....</i>	<i>15</i>
<i>1.1.3. Nivel Local.....</i>	<i>17</i>
1.2. Causas que Generan el Problema Planteado	19
<i>1.2.1. Componentes.....</i>	<i>19</i>
1.3. Formulación del Problema	21
<i>1.3.1. Problema General.....</i>	<i>21</i>
<i>1.3.2. Problemas Específicos</i>	<i>21</i>
1.4. Justificación	21
<i>1.4.1. Justificación teórica.....</i>	<i>21</i>
<i>1.4.2. Justificación social.....</i>	<i>23</i>
<i>1.4.3. Importancia.....</i>	<i>23</i>
1.5. Limitaciones.....	24
1.6. Objetivos.....	24
<i>1.6.1. Objetivo General.....</i>	<i>25</i>
<i>1.6.2. Objetivos Específicos</i>	<i>24</i>
1.7. Hipótesis	25
<i>1.7.1. Hipótesis General</i>	<i>25</i>
<i>1.7.2. Hipótesis Específicas</i>	<i>25</i>
1.8. Marco Teórico.....	26
<i>1.8.1. Antecedentes.....</i>	<i>26</i>

1.8.2. Bases Teóricas	49
1.8.3. Teorías Asociadas al Proyecto.....	77
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA	82
2.1 Enfoque Cuantitativo	82
2.2 Alcance Descriptivo.....	82
2.3 Alcance Explicativo	82
2.4 Población y Muestra.....	82
2.5 Método	84
2.5.1 Nivel de Investigación	84
2.5.2 Diseño de Investigación.....	84
2.5.3 Variables de Estudio.....	85
2.6 Técnicas e Instrumentos de Recolección y Análisis de datos	86
2.6.1 Técnica	86
2.6.2 Instrumentos	86
2.6.3 Materiales, instrumentos y métodos.	86
2.6.4 Procedimiento.....	87
CAPÍTULO 3. RESULTADOS.....	116
3.1 Resultados de las muestras.....	116
3.2 Resultados prueba de compresión planteados a partir de la hipótesis.....	124
3.3 Resultados prueba rapidez inicial de absorción planteados a partir de hipótesis.....	126
3.4 Resultados según dosificaciones a partir de hipótesis.....	127
3.5 Resultados de la Estadística Descriptiva.....	128
3.6 Resultados de la Estadística Inferencial	129
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS-PRUEBA DE HIPÓTESIS INFERENCIAL..	130
4.1 La Contrastación de la Hipótesis	130
4.2 Normalización de la Influencia de las Variables.....	130
4.3 El Planteo de la Hipótesis General.....	131
4.3.1 Conclusión.....	132
4.4 Hipótesis Específicas	133
4.4.1 El planteo de la Hipótesis Específica 1: Resistencia a la Compresión	133
4.4.2 El Planteo de la Hipótesis Específica 2: Rapidez Inicial de Absorción.....	134

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	137
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	142
6.1 CONCLUSIONES	142
6.2 RECOMENDACIONES	143
BIBLIOGRAFÍA.....	144
ANEXOS	149

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Viviendas particulares según material predominante en las paredes exteriores en zonas rurales, 2007-2016. INEI.....	15
Tabla 2. Viviendas particulares con adobe, 2007-2017.	18
Tabla 3. Justificación según autores.....	22
Tabla 4. Propiedades de los suelos S1 a S12.....	31
Tabla 5. Composición final de los suelos S71 a S121.	32
Tabla 6. Composición de las nuevas mezclas.	32
Tabla 7. Pesos retenidos del suelo en cada tamiz.....	44
Tabla 8. Composición elemental de cenizas de cascara de huevo en % de masa.	45
Tabla 9. Composición elemental de cenizas de cáscara de arroz en % de masa.....	45
Tabla 10. Distribución de las muestras	47
Tabla 11. Dosificación al 2% de fibra de maguey y 24% de arena.....	58
Tabla 12. Dosificación al 4% de fibra de maguey y 22% de arena.....	58
Tabla 13. Dosificación al 6% de fibra de maguey y 20% de arena.....	59
Tabla 14. Dosificación al 8% de fibra de maguey y 14% de arena.....	59
Tabla 15. Componentes químicos de la fibra de maguey	68
Tabla 16. Características mecánicas de la fibra de maguey	69
Tabla 17. Resistencia a la tracción de las fibras naturales	76
Tabla 18. Dimensiones del molde para la investigación.....	80
Tabla 19. Descripción de muestras de estudio	83
Tabla 20. Dosificaciones de las muestras de estudio	83
Tabla 21. Cantidad de especímenes para los ensayos	84
Tabla 22. Granulometría del material seleccionado para la investigación.....	89
Tabla 23. Contenido de humedad del suelo	90
Tabla 24. Límite líquido y límite plástico	93
Tabla 25. Resultado de los ensayos de resistencia a la compresión.....	93
Tabla 26. Resultado de los ensayos de rapidez inicial de absorción.....	94
Tabla 27. Resultado de los ensayos de resistencia a la compresión.....	98
Tabla 28. Resultado de los ensayos de resistencia a la compresión de los adobes patrón.....	99
Tabla 29. Resultado de los ensayos de rapidez inicial de absorción.....	102
Tabla 30. Resultado de los ensayos de rapidez inicial de absorción de los adobes patrón ...	103
Tabla 31. Dosificación de las muestras con la adición de fibras de maguey y arena gruesa ..	104

Tabla 32. Densidad real de los materiales	109
Tabla 33. Rendimiento de los materiales por m ³	109
Tabla 34. Costo de tratamiento de la fibra de maguey y otras fibras	115
Tabla 35. Granulometría del suelo usado para la investigación	116
Tabla 36. Resultado de resistencia a la compresión M-0	117
Tabla 37. Resultado de resistencia a la compresión M-1	118
Tabla 38. Resultado de resistencia a la compresión M-2	119
Tabla 39. Resultado de resistencia a la compresión M-3	119
Tabla 40. Resultado de resistencia a la compresión M-4	120
Tabla 41. Resultado de la rapidez inicial de absorción M-0	121
Tabla 42. Resultado de la rapidez inicial de absorción M-1	122
Tabla 43. Resultado de la rapidez inicial de absorción M-2	122
Tabla 44. Resultado de la rapidez inicial de absorción M-3	123
Tabla 45. Resultado de la rapidez inicial de absorción M-4	124
Tabla 46. Resultado de los ensayos de resistencia a la compresión	125
Tabla 47. Resultado de los ensayos de rapidez inicial de absorción	126
Tabla 48. Dosificación del proceso de elaboración del adobe basado en la Norma Técnica E.080	127
Tabla 49. Dosificación del proceso de elaboración del adobe tradicional en la localidad de Llaullín	127
Tabla 50. Estadística descriptiva de los resultados de la resistencia a la compresión de las unidades de adobe	128
Tabla 51. Estadística descriptiva de los resultados de rapidez inicial de absorción de las unidades de adobe	129
Tabla 52. Prueba de normalidad	130
Tabla 53. Prueba de resistencia a la compresión del adobe (tierra negra)	131
Tabla 54. Prueba de rapidez inicial de absorción del adobe (tierra negra)	132
Tabla 55. Contrastación de la hipótesis específica 1– prueba de la ANOVA	133
Tabla 56. Coeficientes del modelo de regresión cuadrática para la hipótesis específica 1	134
Tabla 57. Resumen del modelo de la hipótesis específica 1	134
Tabla 58. Contrastación de la hipótesis específica 2– prueba de la ANOVA	135
Tabla 59. Coeficientes del modelo de regresión cuadrática para la hipótesis específica 2	136
Tabla 60. Resumen del modelo de la hipótesis específica 2	136

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Agave americana en el Perú. 2016.....	17
Figura 2. Árbol del Problema (Causas y Efecto)	20
Figura 3. Estudio de la resistencia a compresión simple del adobe elaborado con suelos procedentes de Crescencio Valdés, villa Clara, Cuba.....	31
Figura 4. Resistencia a compresión simple de los suelos S71 a S121	33
Figura 5. Expresión para calcular la resistencia requerida de refuerzo (fg) por unidad de longitud.....	35
Figura 6. Metodología aplicada para el adobe reforzado	37
Figura 7. Carta de plasticidad.....	38
Figura 8. Curva granulométrica	39
Figura 9. Esquema de falla de un compósito	39
Figura 10. Curva de distribución granulométrica.....	44
Figura 11. Composición de resistencias de las unidades de adobe patrón y experimental.	46
Figura 12. Formas y dimensiones del adobe convencional.....	50
Figura 13. Formas y dimensiones de la adobera convencional.....	50
Figura 14. Fibra de maguey para la dosificación de las muestras de ensayo	51
Figura 15. Arena gruesa en la cantera	51
Figura 16. Tipos de suelos.....	52
Figura 17. Extracción del maguey in situ.....	53
Figura 18. Molde para la elaboración del adobe	56
Figura 19. Preparación del barro.	60
Figura 20. Elaboración de unidades de Adobe.....	61
Figura 21. Secado de las unidades de adobe	62
Figura 22. Cantera	62
Figura 23. Agua para la mezcla de adobe	63
Figura 24. Machete para el corte del Maguey	63
Figura 25. Comba para el adobe.....	64
Figura 26. Lampa para mezcla de materiales	64
Figura 27. Pico para extraer la tierra de la cantera	65
Figura 28. Contenedor para el agua	65
Figura 29. Balanza para pesar los diferentes materiales	66
Figura 30. Flexómetro para medir las fibras	66

Figura 31. Badilejo para mezcla del adobe	67
Figura 32. Zaranda para la arena gruesa	67
Figura 33. Molde para elaborar adobe (adobera)	68
Figura 34. Propiedades del adobe tradicional	71
Figura 35. Características importantes del adobe.....	71
Figura 36. Ensayo de la resistencia a la tracción.....	76
Figura 37. Preparación de la mezcla	79
Figura 38. Mezclado de materiales.	79
Figura 39. Molde para las unidades de adobe	80
Figura 40. Secado del adobe en la intemperie.....	81
Figura 41. Contenido de Humedad vs Número de Golpes.....	91
Figura 42. Ensayo a compresión	95
Figura 43. Corte de las unidades de adobe para ensayo de resistencia a la compresión	96
Figura 44. Unidad de adobe dividido en dos partes para ensayo de resistencia a la compresión	96
Figura 45. Refrentado del espécimen	97
Figura 46. Enfriado de los especímenes por dos horas	97
Figura 47. Ensayo de la resistencia a la compresión.....	98
Figura 48. Enfriado de las unidades de adobe.....	100
Figura 49. Pesaje inicial del adobe.....	101
Figura 50. Especimen haciendo contacto con el agua.....	101
Figura 51. Pesaje final del adobe tras el contacto con el agua	102
Figura 52. Extracción de la fibra de maguey	105
Figura 53. Humectación de las hojas de maguey o penca.....	105
Figura 54. Golpeado de las hojas de maguey	106
Figura 55. Secado de las fibras de maguey	106
Figura 56. Corte de las fibras de maguey	107
Figura 57. Cantera de tierra negra	108
Figura 58. Materiales usados para la investigación.....	109
Figura 59. Extracción de la tierra negra	110
Figura 60. Tierra queda en reposo tras la humectación.....	111
Figura 61. Inicio de mezclado del barro hasta homogenizar.....	111
Figura 62. Mezcla de barro hasta homogenizar.	112
Figura 63. Mezclado del barro hasta homogenizar	112

Figura 64. Mezcla de barro, listo para trasladar al molde	113
Figura 65. Mezcla de barro en el molde	114
Figura 66. Secado del adobe en la intemperie.....	114
Figura 67. Curva de distribución granulométrica del suelo para la muestra patrón (M-0)	117
Figura 68. Gráfico de barras del ensayo de la resistencia a la compresión M-0.....	118
Figura 69. Gráfico de barras del ensayo de la resistencia a la compresión M-1	118
Figura 70. Gráfico de barras del ensayo de la resistencia a la compresión M-2.....	119
Figura 71. Gráfico de barras del ensayo de la resistencia a la compresión M-3	120
Figura 72. Gráfico de barras del ensayo de la resistencia a la compresión M-4.....	121
Figura 73. Gráfico de barras del ensayo de rapidez inicial de absorción M-0.....	121
Figura 74. Gráfico de barras del ensayo de rapidez inicial de absorción M-1	122
Figura 75. Gráfico de barras del ensayo de rapidez inicial de absorción M-2.....	123
Figura 76. Gráfico de barras del ensayo de rapidez inicial de absorción M-3.....	123
Figura 77. Gráfico de barras del ensayo de rapidez inicial de absorción M-4.....	124
Figura 78. Resultados del ensayo de la resistencia a la compresión	125
Figura 79. Resultado del ensayo rapidez inicial de absorción	126
Figura 80. Dosificaciones del proceso de elaboración de adobe tradicional	128
Figura 81. Dosificaciones para la elaboración de los ensayos	128
Figura 82. Prueba de resistencia a la compresión de adobe (tierra negra).....	131
Figura 83. Prueba de rapidez inicial de absorción de adobe (tierra negra)	132
Figura 84. Prueba de resistencia a la compresión del adobe	133
Figura 85. Rapidez inicial de absorción	135

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo optimizar la resistencia sísmica de los muros de adobe estabilizados a partir de la incorporación de arena y fibra de maguey en las unidades de adobe a fin de evaluar la superioridad de las propiedades de resistencia a la compresión y rapidez inicial de absorción con las del adobe tradicional que actualmente se emplea en el distrito de Llaullín departamento de Ancash. Para lo cual se establece un estudio con un enfoque cuantitativo, basado en un diseño experimental.

Se podrá evaluar la influencia de la incorporación de arena y fibra de maguey en las unidades de adobe para los muros de las viviendas, a fin de obtener unas propiedades de resistencia a la compresión y rapidez inicial de absorción distintas a lo tradicional, elaborando los especímenes necesarios, en cantidades y dimensiones acorde a la Norma E.080.

El adobe es un material de construcción empleado mayormente en zonas altoandinas, es a partir del elevado índice de viviendas construidas con este material predominante en las zonas aledañas para su extracción y elaboración, los principales problemas que trae son la baja resistencia sísmica de los elementos de adobe y durabilidad. El presente estudio propone la mejora de optimización de la resistencia con la finalidad de presentar una mejora sostenible y económica para el refuerzo de las unidades de adobe con la incorporación de arena y fibra de maguey en el distrito de Llaullín-Ancash.

Palabras clave: Arena gruesa, fibra de maguey, adobe, propiedades de resistencia a la compresión y rapidez inicial de absorción.

ABSTRACT

This research aims to optimize the seismic strength of stabilized adobe walls from the incorporation of sand and maguey fiber into adobe units to assess the superiority of physical and mechanical properties with those of traditional adobe currently used in the Llaullín district of Ancash department. For which a study is established with a quantitative approach, based on an experimental design.

The influence of the incorporation of sand and maguey fiber on adobe units for housing walls may be assessed in order to obtain physical and mechanical properties other than traditional, making the necessary specimens, in quantities and dimensions according to Standard E.080.

Adobe is a building material used mostly in high-wide areas, it is from the high rate of housing built with this predominant material in the surrounding areas for extraction and elaboration, the main problems it brings are the low seismic resistance of adobe elements and durability. This study proposes the improvement of resistance optimization in order to present a sustainable and economical improvement for the reinforcement of adobe units with the incorporation of sand and maguey fiber in the district of Llaullín-Ancash.

Keywords: Thick sand, maguey fiber, adobe, physical-mechanical properties.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

1.1.1. Nivel Internacional.

La situación problemática de las construcciones con adobe está presente de forma mayoritaria en diversos países. Por ejemplo, en ciudades del continente europeo, como Madrid han continuado haciendo uso de este sistema de construcción aún en la actualidad. Así (Yamín, Pillips, Reyes, & Ruiz, 2007) establecen que la tierra es uno de los insumos de mayor antigüedad usados en la construcción de diversos edificios. El que la tierra se use en construcciones data de hace miles de años y se cuenta con evidencias arqueológicas. Asimismo, durante la época de la conquista de España a América, se trajo a esta zona del mundo saberes sobre construcción con adobe y tapia pisada. Con frecuencia, la edad de estas edificaciones y la forma en que se deterioran las propiedades mecánicas de sus materiales afectan que pueda mantenerse en pie frente a hechos como los desastres naturales. En ese sentido, los **diagnósticos** frente a la problemática establecen que las viviendas de tapia pisada y adobe son deficientes por dos razones centrales volviéndolas significativamente endebles ante movimientos sísmicos (Yamín, Pillips, Reyes, & Ruiz, 2007), siendo la primera la carencia de rigidez en el diafragma y conexiones pertinentes de este con los muros de soporte en el plano de los entrepisos y de la cubierta. Si existiera, ello garantizaría que los componentes de mayor rigidez de cada plano del edificio absorban las cargas horizontales. El segundo diagnóstico refiere a que hay prácticamente nulidad en la flexibilidad de los muros de tierra sin carga vertical. **Las causas** en el caso de Madrid, de por qué han continuado usando este sistema a través de los años, es debido a que son obras levantadas mediante la autoconstrucción. Especialmente son las personas que llevan a cabo obras con este tipo de material quienes evaden los requerimientos básicos dictados por la norma española, elaborando productos de una calidad deplorable (Minke, 2001). **El pronóstico** es que no se alcance un material ideal en las edificaciones por el poco conocimiento que se tiene al llevarse a cabo estas y que la resistencia mínima no sea la adecuada perjudicándose posteriormente (Minke, 2001). **La alternativa de mejora** que se plantea es reforzar con elementos confinantes de madera mejorando el desempeño sísmico que gracias a la malla de vena, a la vez que se aumentó la capacidad de deformación en el rango no lineal, y la resistencia máxima del sistema estructural (Ginell & Tolles, 2000).

1.1.2. Nivel Nacional

En cuanto a la **situación problemática** en el Perú, se pueden identificar obras de viviendas de tierra que datan del periodo prehispánico. Hoy en día, las casas de tierra en el país se hallan en todas las regiones. Acorde con el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2005) se tienen más de 2,167,000 casas hechas a base de adobe y tapial. Ello viene a representar un poco más del 40% de los hogares en el país. La vivienda clásica de adobe en el país cuenta con 1 o 2 niveles. Gran parte de estas, sobre todo las que se encuentran en zonas rurales, no tiene los sobrecimientos pertinentes. La espesura de los muros va desde 0.30m hasta 1.00 m (cuando se habla de casonas antiguas). Los ambientes son muy espaciosos. Las cocinas y los servicios higiénicos están por lo general al exterior de la casa de adobe. El techo se compone de grandes troncos de madera eucalipto que se apoyan en muros, con pendientes (una o dos aguas). Se cubren los techos con caña chancada y encima se sitúa una torta de barro; también se pueden usar calaminas o tejas. En la tabla 1 se observa la situación hasta el 2016 acorde al INEI (2005).

Tabla 1.

Viviendas particulares según material predominante en paredes exteriores en zonas rurales, 2007-2016.

Material predominante en las paredes exteriores	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Rural	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Ladrillo o bloque de cemento	5.5	5.5	5.6	5.9	6.3	6.2	6.9	7.3	7.3	7.3
Piedra o sillar con cal o cemento	0.4	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
Adobe o tapia	72.2	73	73.7	73.4	72.3	72.9	72.3	72.1	72.5	72.5
Quincha (caña con barro)	2.2	1.9	1.8	2.2	2	1.7	1.8	1.6	1.5	1.4
Piedra con barro	3.9	3.5	3	3.1	3.4	3.7	3.2	3.3	2.9	3
Madera	8.2	9	9.4	9.9	10.5	10.7	11.4	11.3	11.5	11.7
Estera	0.6	0.8	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3
Otro material	7	6	5.7	4.8	4.9	4.2	3.6	3.7	3.6	3.5

Fuente: INEI (2005).

Nota: El material que predomina (27%) en las viviendas en zonas rurales del país es el adobe.

Adaptado de Viviendas, según material predominante en las paredes exteriores y área de residencia, por INEI, 2008.

Según las versiones de (San Bartolomé & Quiun, 2012), en el 2007 se desarrolló, con su posterior **diagnóstico**, un proyecto junto con la Agencia de Cooperación Técnica de Alemania GTZ, el Centro Regional de Sismología para América del Sur CERESIS y la Pontificia Universidad Católica del Perú. El objetivo fue que se doten a las viviendas de adobe con la ductilidad y resistencia sísmica suficiente para que, en caso de terremoto, quienes la habitasen tuvieran el tiempo exacto para evacuar las viviendas. Según el (INEI, 2005), el proyecto estuvo centrado en casas tradicionales de adobe que ya existían. Según el Censo Nacional de Vivienda del 2007 son más de 2.2 millones en el país, cifra que representa al 34.8% del total de viviendas peruanas. De ese número, un 32% de las viviendas, en promedio, están ubicadas en la urbe y el resto en zonas rurales. Cabe mencionar que esas casas son defectuosas en la medida que sus materiales son poco resistentes, no cuentan con refuerzos ante sismos, sus techos y muros son deficientes, les hace falta mantenimiento, entre otros (San Bartolomé & Quiun, 2012). Tomando como **causa**, el caso de Huancavelica habiéndose realizado un estudio y de acuerdo con lo que proponen (Aliaga & Gonzales, 2020) quienes mencionan que es uno de los departamentos con gran cantidad de viviendas de adobe (86.5%), igualmente es clave indicar que hay un predominio de viviendas autoconstruidas con el material en cuestión, en consecuencia, la informalidad de la elaboración del adobe, por tener un proceso constructivo de bajo presupuesto y poco complejo. Ya que al ser una unidad de tierra cruda el (Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento, 2010) tiene el problema de resistencia baja a la compresión, lo que hace que dure poco y se dañe la estructura de las casas. Asimismo, la humedad es considerado el mayor enemigo de las viviendas en dicha región debido a las lluvias frecuentes y la exposición constante al agua de las casas. **Se pronostica** que debido a que en el Perú uno de los insumos para construir de mayor antigüedad es el adobe, especialmente en el departamento de Huancavelica si se sigue optando por la autoconstrucción informal, continuarán los deterioros a largo plazo y estas seguirán siendo vulnerables ante la exposición del agua. Es decir, el agua desintegrará el vínculo existente entre las partículas que componen el adobe, volviéndolo barro, lo que producirá que las viviendas colapsen (Sahu, 2017). **La alternativa de solución** que plantea la presente es entregar una propuesta sostenible y económica para reforzar, a base de fibras naturales de maguey, la resistencia de muros de viviendas con adobe acorde al (Ministerio de Vivienda C. y., 2017) y la norma E.080 que hace referencia al Diseño y Construcción con Tierra Reforzada.

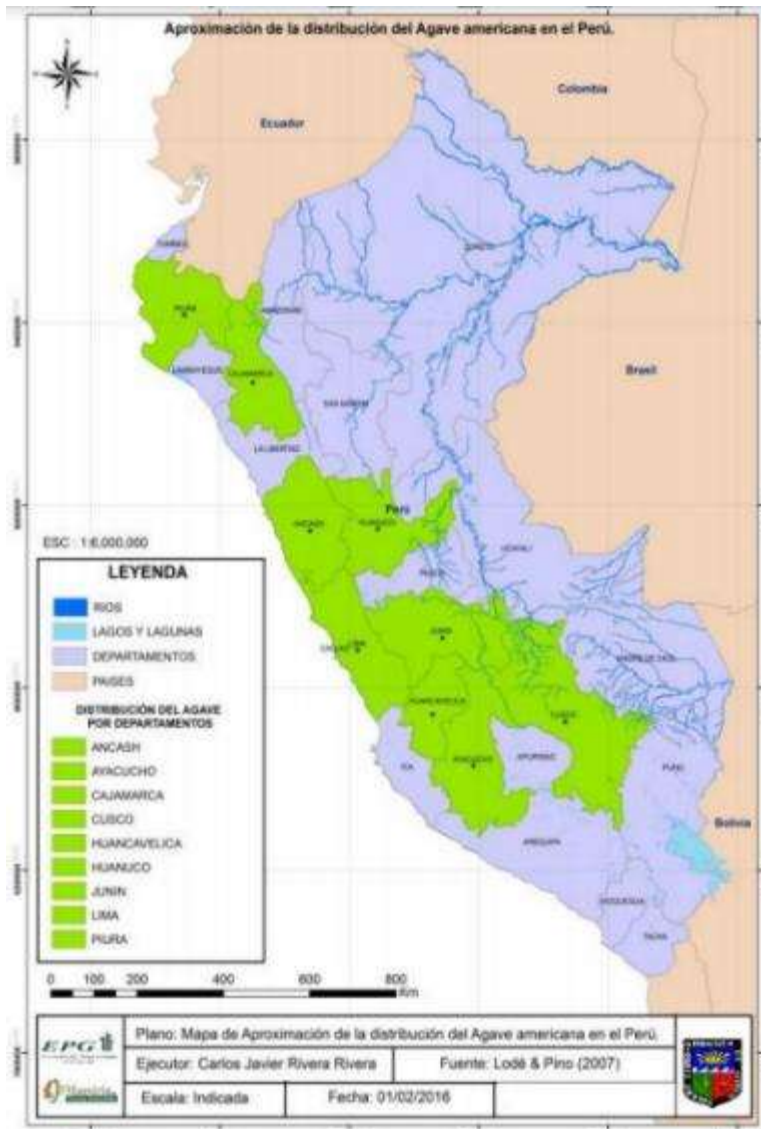


Figura 1. Agave americana en el Perú. 2016

Fuente: Adaptado de “Aporte de la agave americana” por (Rivera, 2016)

1.1.3. Nivel Local

La **situación problemática** local es debido a que el adobe es un material que se usa mayoritariamente en la construcción en la zona de la sierra del Perú. En el caso de Ancash, se usa debido a que es un material de bajo costo y sencillo de elaborar tradicionalmente, ya que se usa barro, alguna fibra vegetal convencionalmente conocido como el ichu primordialmente, encontrándose con un decremento anual de 79 viviendas, que son materiales naturales, abundantes y prácticamente se halla en la zona de la sierra. Asimismo, en Llacllín, fue notorio que la mayoría de las viviendas existentes son de adobe, algunas presentando deficiencias estructurales como fisuras o

colapsos, y en casos se vieron agresiones de los agentes externos por la antigüedad de los mismos (Rimac, 2016).

Tabla 2.
Viviendas particulares con adobe, 2007-2017.

Departamento	Censo 2007		Censo 2017		Variación intercensal 2007-2017)		Incremento anual	Tasa de crecimiento promedio anual
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%		
Total	2 229 715	34,8	2 148 494	27,9	- 81 221	-3,6	- 8 122	-0,4
Amazonas	49 909	56,1	53 232	52,0	3 323	6,7	332	0,6
Ancash	142 584	57,4	141 794	47,9	- 790	-0,6	- 79	-0,1
Apurímac	91 707	87,5	91 752	76,1	45	0,0	5	0,0
Arequipa	22 497	7,9	30 835	8,1	8 338	37,1	834	3,2
Ayacucho	108 648	68,7	107 647	62,1	- 1 001	-0,9	- 100	-0,1
Cajamarca	249 578	76,7	264 310	70,3	14 732	5,9	1 473	0,6
Callao	6 765	3,4	4 505	1,8	- 2 260	-33,4	- 226	-4,0
Cusco	223 575	76,2	217 794	67,3	- 5 781	-2,6	- 578	-0,3
Huancavelica	96 258	86,5	84 835	62,4	- 11 423	-11,9	- 1 142	-1,3
Huánuco	107 753	61,4	104 930	55,3	- 2 823	-2,6	- 282	-0,3
Ica	50 044	29,8	29 064	13,1	- 20 980	-41,9	- 2 098	-5,3
Junín	125 529	43,7	107 473	33,2	- 18 056	-14,4	- 1 806	-1,5
La Libertad	224 802	61,7	228 792	51,8	3 990	1,8	399	0,2
Lambayeque	121 605	50,4	121 671	42,0	66	0,1	7	0,0
Lima	171 766	8,9	130 745	5,4	- 41 021	-23,9	- 4 102	-2,7
Loreto	1 242	0,7	1 334	0,7	92	7,4	9	0,7
Madre de Dios	155	0,6	723	1,8	568	366,5	57	16,6
Moquegua	13 796	29,0	11 161	19,8	- 2 635	-19,1	- 264	-2,1
Pasco	28 923	44,6	21 626	33,8	- 7 297	-25,2	- 730	-2,9
Piura	121 128	32,5	130 735	27,9	9 607	7,9	961	0,8
Puno	229 548	64,9	226 775	58,6	- 2 773	-1,2	- 277	-0,1
San Martín	27 720	16,5	23 261	11,0	- 4 459	-16,1	- 446	-1,7
Tacna	8 865	11,0	7 650	7,8	- 1 215	-13,7	- 122	-1,5
Tumbes	4 621	9,5	4 766	7,8	145	3,1	15	0,3
Ucayali	697	0,7	1 084	0,9	387	55,5	39	4,5
Provincia de Lima 1/	80 271	4,7	52 272	2,4	- 27 999	-34,9	- 2 800	-4,2
Región Lima 2/	91 495	44,9	78 473	32,3	- 13 022	-14,2	- 1 302	-1,5

Fuente: (INEI, 2005)-Censos Nacionales de Población y Vivienda 2007-2017

Acorde al **diagnóstico** realizado en la Región Ancash, según (Kuroiwa, 2002), el problema asociado a los muros de adobe en la actualidad se manifiesta por la autoconstrucción de viviendas debido a la necesidad en las familias de situación económica precaria en Llacllín, departamento de Ancash. En el año 1970, el departamento fue sacudido por un terremoto de magnitud 7.8, este posteriormente se ubicó entre los 15 más catastróficos dado que se tuvo un deceso de 66 mil vidas y la destrucción de decenas de poblados como Yungay, que se cubrió casi por completo a causa de un alud. Asimismo, en la zona central de Huaraz las viviendas de adobe se destruyeron en un 100%. Alrededor de 40 mil personas murieron cubiertas por los

restos de sus casas (Kuroiwa, 2002). Se concluye en ese sentido, que el movimiento sísmico cobra la mayoría de sus damnificados en casas con materiales de tapial y adobe. En ese sentido, dichas construcciones se caracterizan por ser altamente vulnerables a desastres naturales, incluso aquellos con una intensidad moderada. Existe una vinculación, además, entre el uso de adobe en las regiones con mayores riesgos a eventos sísmicos. La siguiente figura muestra la situación en el Perú en el que durante los últimos 10 años, del conjunto de casas contadas en el Censo, un 72,7% cuentan con adobe como material preponderante y es usado sobre todo en los espacios rurales del país (INEI, 2005). **Las principales causas** en el departamento de Ancash se ven reflejados en la vulnerabilidad de la estructura a causa de la acción de elementos externos como viento, lluvia, sismos, y de los suelos sobre las que son construidas (Benites, 2017). Se **pronostica** que esta problemática deriva en infiltraciones, hundimientos, fisuras, humedad, y finalmente colapsos (Rodriguez et al. 2014). Pese a ello, en la actualidad, el interés por dicha técnica constructiva resurge debido a sus estupendas propiedades para realizar edificaciones amigables con el medio ambiente (Vázquez, 2016). Así, que las ventajas al construir con adobe es el tener el material en la zona cercana a la construcción de la vivienda, tampoco seguirá requiriendo procedimientos constructivos complejos. Por ende, seguirá aportando una buena propiedad térmica y acústica. Este trabajo investigativo expone una propuesta con una **alternativa de solución** para que se mejoren las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe tradicional añadiendo fibra de maguey. Ello gracias a que proviene de la naturaleza, ya que cotidianamente es usada en la elaboración de mantas, redes, costales, sogas, entre otros. Esto se realiza mediante el hilado, tomando en consideración que una tira de las fibras en cuestión son más resistentes comparadas con otras. Según (Rimac, 2016) la fibra es tan resistente que es se usar para atar los arzones de los techos en las viviendas de adobe.

1.2. Causas que Generan el Problema Planteado

La problemática descrita, para la presente investigación considera los siguientes componentes como causas del problema en la zona de estudio:

1.2.1. Componentes

La **primera causa** que se observa es el deficiente proceso de hacer adobe en el distrito de Llaullín, departamento de Ancash. Ya que desde siempre se ha elaborado el adobe

con el mismo procedimiento tradicional sin intervención de la norma E.080 del (Ministerio de Vivienda C. y., 2017). Se **pronostica** que los efectos como deformaciones en las piezas de adobe, irregularidades en planta y erosión de las piezas a largo plazo en el distrito de Llacllín.

Como **segunda causa** se observa deficiente proceso adquisitivo de insumos o materia prima para la obtención de las piezas de adobe, ya que estas tienden a generar problemas ante eventos sísmicos moderado (León B. , 2019). Se **pronostica** los efectos de deterioros, fisuras, infiltraciones, humedad, hundimientos, en casos extremos donde los fenómenos naturales son recurrentes ocurren hasta colapsos de predios (Rimac, 2016).

Por último, como **tercera causa** del problema se logra observar que en el distrito de Llacllín, departamento de Ancash que tiene presencia también de informalidad en sus obras de construcción. Así, en esa zona, las casas de adobe) no cuentan con un asesoramiento técnico, sino que dirigen una inadecuada mano de obra informal pasando por alto las consideraciones técnicas brindadas por el (Ministerio de Vivienda C. y., 2017). Se **pronostica** los efectos principales que se reflejan en la baja durabilidad y resistencia estructural de las unidades de adobe de ese material en las casas de adobe en la zona de Llacllín (Rimac, 2016).



Figura 2. *Árbol del Problema (Causas y Efecto)*

Fuente: Elaboración propia

Como **alternativa de solución** se considera presentar una propuesta sostenible y económica con la incorporación de arena gruesa y fibra de maguey en proporciones de

(2%, 4%, 6%, 8%) y (24%, 22%, 20%, 14%) respectivamente en las piezas de adobe haciendo uso de la norma E.080 del (Ministerio de Vivienda C. y., 2017) a fin de mejorar y optimizar la resistencia sísmica, es decir las propiedades de resistencia a la compresión y rapidez inicial de absorción y reducir o eliminar la rapidez inicial con que las unidades de adobe absorben agua en el distrito de Llaullín, departamento de Ancash, 2020.

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema General

¿Cómo la incorporación de arena gruesa y fibra de maguey impacta en las propiedades de resistencia a la compresión y rapidez inicial de absorción de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llaullín-Ancash,2020?

1.3.2. Problemas Específicos

1. ¿Cómo la incorporación de arena gruesa y fibra de maguey impacta en la resistencia a la compresión de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llaullín-Ancash,2020?
2. ¿Cómo la incorporación de arena gruesa y fibra de maguey impacta en la rapidez inicial de absorción de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llaullín-Ancash,2020?
3. ¿Cuál es el proceso de elaboración para obtener las piezas de adobe con incorporación de arena gruesa y fibra de maguey en el distrito de Llaullín-Ancash,2020?

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación teórica

Se pretende cerrar brechas de conocimiento asociada al adobe y se han establecido porcentajes basados en las propuestas y recomendaciones de diversos autores:

Tabla 3.

Justificación según autores

Porcentaje	Investigador	Hallazgos
Dosificación al 2% de fibra de maguey y 24% de volumen de arena	(Florez & Limpe, 2019)	Realizó un estudio que tomó en consideración el número de especímenes que hacen falta para las diversas pruebas. Se identificaron 32 unidades de adobe distribuidas en porcentajes distintos de fibra de maguey desde el 2% al 8% y área gruesa desde el 24% al 14%, conservando la combinación con porcentajes de agua y suelo constante. Se siguieron las indicaciones del (Ministerio de Vivienda C. y., 2017).
Dosificación al 4% de fibra de maguey y 22% de volumen de arena	(Vélez, 2000)	No se tiene un acuerdo al momento de hacer recomendaciones de porcentajes de la arcilla y arena que debe tener el adobe para construir. Sin embargo, sí se ha coincidido respecto a que la cantidad de arcilla para el suelo debe superar el 15% argumentando una cohesión suficiente Se coincidió entre los suelos S1 a S6 un contenido de arena que supera el 50%.
Dosificación al 6% de fibra de maguey y 20% de volumen de arena	(Aliaga & Gonzales, 2020)	Los bloques de adobe a base de arcilla y limo, agua, paja, arena con una proporción de 60%, 15%, 10% y 15% (Ministerio de Vivienda C. y., 2017), lograron una resistencia a la compresión de 13.53 Kg/cm ² .
Dosificación al 8% de fibra de maguey y 14% de volumen de arena	(Florez & Limpe, 2019)	La fibra de maguey mejora adicionada en los porcentajes 8% y la arena hasta un 24 % causa una mejora considerable en las propiedades mecánicas, al añadir 0.20% de fibra de maguey (Muestra Tipo 5) se añade un 11.79% de resistencia a compresión axial en pilas, siendo mejor que la paja.

Fuente: Elaboración propia

1.4.2. Justificación social

Se pretende, con este tipo de estudio, generar la oportunidad de brindar una alternativa de elaboración de adobe para construcción de viviendas de carácter social que aporten a mejorar la situación de los pobladores de Llaellín-provincia de Recuay- región Ancash y sobre todo atendiendo a los lineamientos descritos en la norma técnica (E080, 2006), garantizando así la seguridad de las construcciones, aprovechando los recursos propios del distrito en la elaboración de los adobes.

1.4.3. Importancia

Importancia teórica:

Tomando la cultura de construcción de los países andinos y Perú particularmente, es el dueño de la vivienda quien elabora sus adobes y va creando su vivienda a través de la autoconstrucción. En los últimos diez años, el 72.7% de las viviendas en el Perú eran predominantemente de adobe. Y ello se acentuaba de forma mayoritaria en las regiones altoandinas y rurales del país (INEI, 2005).

Importancia social

El construir con adobe supone un ahorro económico considerable, dado que los insumos son igualmente cómodos, tal como agua y suelo, los cuales se toman de la misma zona donde se realiza la construcción. Por ello, y atendiendo a la necesidad de la población se decidió realizar dicha investigación que de hecho aportará significativamente como una opción para construir casas en la zona de estudio.

Importancia económica:

Así, que lo beneficioso de construir con adobe es que se dispone del material en la zona cercana a la construcción de la vivienda, tampoco seguirá requiriendo procedimientos constructivos complejos. Por ende, seguirá aportando una buena propiedad térmica y acústica. El costo es bajo en la medida que el adobe es un material de elaboración sencilla, no se requieren equipos ni procesos laboriosos. Asimismo, se caracterizan por tener gran acústica y ser térmicas lo que favorece en épocas de invierno, así como que se mantienen frescas para tiempos más calurosos; siendo ideal para países con climas diversos. La construcción de estas casas supone una ingeniería sustentable ya que los adobes son ecológicos y en contraste a los ladrillos no requieren de una cocción derivando en cero emisiones de dióxido de carbono. Además, se trata

de un material biodegradable y que se puede reutilizar, siendo por todo ello edificaciones compatibles ecológicamente con el medioambiente (Rivera, 2016).

1.5. Limitaciones

Las limitaciones del estudio recaen en que su ejecución abarca únicamente unidades de albañilería de adobe tal como se menciona en el título de la tesis, mas no para muros o pilas de adobe. Esto se debe a los impactos económicos en el mundo y en el país a raíz de la Covid-19, ocasionando incertidumbre respecto al futuro, incluso de carácter catastrófico por lo que imposibilita hacer investigaciones más amplias por temas de distancia y costo.

No obstante, se cree pertinente continuar con la elaboración del proyecto sobre todo porque como se detallará en el siguiente punto, el objetivo de la investigación es llegar a una descripción detallada de los beneficios de incorporar arena gruesa y fibra de maguey en la medida que este impacta en las propiedades de resistencia a la compresión y rapidez inicial de absorción de las piezas de adobe para viviendas; específicamente se quiere llegar a la descripción del proceso de elaboración para dichas piezas con los elementos mencionados añadidos.

A su vez, esto es relevante porque supone la oportunidad exponer y hacer llegar a más personas esta alternativa de elaboración de adobe para que, basando su éxito en hechos fidedignos, se promueva su uso para generar viviendas sociales que tengan una repercusión considerable en las condiciones de vida de la población del distrito de Llaellín-provincia de Recuay- región Ancash donde se lleva a cabo la presente. Finalmente, porque se da una relevancia a las especificaciones de la norma técnica (E080, 2006) fomentando que se respeten estas paralelamente a que la seguridad de las construcciones se incrementa.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Describir cómo la incorporación de arena gruesa y fibra de maguey impacta en las propiedades de resistencia a la compresión y rapidez inicial de absorción de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llaellín-Ancash.

1.6.2. Objetivos Específicos

1. Describir cómo la incorporación de arena gruesa y fibra de maguey impacta en la resistencia a la compresión de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llaullín-Ancash, 2020.
2. Describir cómo la incorporación de arena gruesa y fibra de maguey impacta en la rapidez inicial de absorción de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llaullín-Ancash, 2020.
3. Describir cuál es el proceso de elaboración para obtener las piezas de adobe con incorporación de arena y fibra de maguey en el distrito de Llaullín-Ancash, 2020.

1.7. Hipótesis

A continuación, se indican las hipótesis generales y específicas:

1.7.1. Hipótesis General

Ha: La incorporación de arena gruesa y fibra de maguey impacta en las propiedades de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llaullín-Ancash.

Ho: La incorporación de arena gruesa y fibra de maguey NO impacta en las propiedades de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llaullín-Ancash.

1.7.2. Hipótesis Específicas

1. **Ha:** la incorporación de arena gruesa y fibra de maguey impacta en la resistencia en la compresión de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llaullín-Ancash.

Ho: la incorporación de arena y fibra de maguey NO impacta en la compresión de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llaullín-Ancash.

2. **Ha:** la incorporación de arena gruesa y fibra de maguey impacta en la rapidez inicial de absorción de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llaullín-Ancash.

Ho: la incorporación de arena y fibra de maguey NO impacta en la rapidez inicial de absorción de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llaullín-Ancash

1.8. Marco Teórico

1.8.1. Antecedentes

1.8.1.1. Nivel Internacional

Nivel Internacional N.º 1

Las construcciones con adobe se hacen presente en gran parte de Ecuador, la investigación denominada "Características de resistencia a la compresión y rapidez inicial de absorción del adobe en el Cantón Cuenca". (Quezada & Aguilar, 2017) mencionan que la pertinencia de esta investigación en Cuenca se debe que desde 1999 la UNESCO catalogó la ciudad como Patrimonio de la Humanidad. Es así que el **objetivo** fue la determinación de las características de resistencia a la compresión y rapidez inicial de absorción del adobe para usarse en el diseño estructural de edificaciones en el cantón Cuenca. El **método** utilizado es experimental, deductivo inductivo. Se usaron módulos de elasticidad para todas las muestras, partiendo de eso se creó la curva log normal. El **resultado** acorde a las normas del Perú (Ministerio de Vivienda C. y., 2017) es que debe ser mínimo de 1 MPa (Mega pascal), contrastando los hallazgos que se obtuvieron para el estudio, se pudo concluir que los especímenes de la adobera 1 y 2 y la edificación 2 sí tienen resistencia mínima. En tanto, la edificación 2 tiene 1,44 MPa, y sus módulos elásticos van entre 17 a 68.5 MPa. Los más bajos son la adobera 3 y edificación 1 sin cumplir con lo estipulado. Respecto a la resistencia a la Tracción por flexión del adobe. **Al contrastar los resultados que se obtuvieron** se observó que, acorde al documento CYED el cual señala una resistencia a la compresión ideal de 1.2 MPa únicamente los especímenes de la adobera 1 y 2 están cumpliendo con la norma española. La clasificación los considera como baja y media. Se considera, en la normativa neozelandesa, una resistencia a la compresión de 1.3 MPa, de esta únicamente los adobes ensayados de la edificación 2 cumplen. Además, se determina una resistencia a la Tracción por flexión del adobe que debe variar entre 10% y 20% de la resistencia a la compresión en la que únicamente la adobera 1 cumple. Para los valores indicados en la norma peruana la adobera 1 y 2 y edificación 2 cumplen la resistencia a compresión del adobe y de estas solo la adobera 1 cumple el resto de requerimientos (Ministerio de Vivienda C. y., 2017). Las **muestras** siguieron las indicaciones

de la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 488, 2009) (NTE INEN-ISO 2554, 2014) respectivamente, estas normativas hacen referencia al hormigón y establece parámetros para los ensayos de compresión del adobe, Tracción por flexión del adobe y compresión del mortero de barro fueron analizadas seis muestras de cada molde; y se ensayaron cuatro muestras para comprobar la resistencia a la compresión y tracción indirecta en muretes. En **conclusión**, existe una vinculación directa entre calidad de componentes de adobe. Así, los adobes de la edificación 1 son desfavorables, por tener un suelo de grano grueso con limos inorgánicos de compresibilidad media y arcillas orgánica, con alto contenido orgánico 8%. La baja calidad en el adobe así como sus insumos en esta se vieron reflejados en el comportamiento mecánico, el árido grueso afectó la resistencia a compresión del adobe generando que fracasase más rápido, hay una resistencia inferior a la mínima que se permite en construcciones acorde a las normas en Perú (Ministerio de Vivienda C. y., 2017), y la resistencia a Tracción por flexión con valores demasiado bajos contrastando los de la adobera 1 y edificación 2 por no tener apropiadas fibras naturales, debido a que se utilizó una clase de paja cilíndrica hueca la cual no se adhirió al adobe. La edificación 2 cuenta con características apropiadas y también un 7% aproximadamente de contenido orgánico, razón por la cual su resistencia a compresión es más de 1 MPa el esfuerzo mínimo determinado en la norma del (Ministerio de Vivienda C. y., 2017), Asimismo, es más que la resistencia a Tracción por flexión de la edificación 1 debido a que hay fibras que sirven para que el adobe sea más rígido. Los de la adobera 1 cuentan con una composición granular fina y limos inorgánicos de alta compresibilidad otorgados de un comportamiento mecánico bueno 20 y 6% de contenido orgánico correspondiente en general porque hay gran cantidad de fibra natural, la resistencia a compresión supera el esfuerzo mínimo establecido por la norma (Ministerio de Vivienda C. y., 2017) y es más la resistencia a Tracción por flexión de la Edificación 1, Adobera 2 y 3 al haber fibras que operan como rigidizadores. Debido a sus excelentes características físicas del mortero, plasticidad media, suelo de grano fino y arcillas inorgánicas resultan en la resistencia a compresión más alta registrada en este trabajo.

Nivel Internacional N.º 2

Ecuador está ubicado en lo que se llama cinturón de fuego del Pacífico, representando uno de los países con mayores riesgos a causa de su posición geográfica. Al respecto, se identificaron diversas desventajas en el uso de adobe, principalmente el mal uso del suelo, falta de mantenimiento y proceso errado de construcción (Torres, 2015). El proceso de construcción planteado y el **método** de análisis utilizado está vigente en Perú, así como en otros países, con el mismo problema. El que las viviendas de adobe colapsen a causa de sismos ocurre en Ecuador. La investigación concluyó con métodos de análisis y síntesis para incorporarse fácilmente a las técnicas de los expertos para analizar de forma análoga otros materiales (Torres, 2015). Los **registros** anteriormente descritos, hacen posible que el técnico disponga de una sólida base con la descripción y ubicación de las lesiones identificadas, además del posible agente causal. Partiendo de esos datos se realizó un dictamen técnico a través de fichas con el diagnóstico y la propuesta de los tratamientos por llevar a cabo (Torres, 2015). Para contrastar los **resultados** se eligió una zona de estudio con posibilidad de que ocurra un sismo, cuyo epicentro sería la falla local de Quito, y el epicentro posiblemente a 25 Km al norte de la ciudad; cerca respecto al área estudiada. Tomando en consideración las propiedades de la infraestructura, en este sector, se determinó una vulnerabilidad alta. Ello fue comprobado luego de haber observado toda el área del universo muestral, determinando y limitando el área de estudio (Torres, 2015). En cuanto al uso de las estructuras se observó que el 100% de las mismas son de uso familiar como vivienda. Se vio que el más alto % de perjuicios en las edificaciones son las grietas verticales, así como los dislocamientos en un 24%, también las vigas corridas y el derrumbe de muros tuvo un porcentaje considerable. Cabe mencionar que el que no se haga un mantenimiento a los revoques origina que se deteriore debido a la humedad, agrietando los muros, gracias a una ventaja, los muros portantes no tienen mayores daños que ameriten repararlos completamente. Se propuso, para los muros, ser reforzados con mallas electrosoldadas para hacerlos más resistentes y evitar que a largo plazo las grietas menores de la actualidad se conviertan en un problema estructural. En ese sentido, respetando las normativas, hay la posibilidad de que se pueden rehabilitar constructiva y estructuralmente. En la evaluación estructural de los

registros Fema-154 UNO, DOS y TRES el estado de los muros de adobe de la vivienda en estudio precisa de una modelación compleja estructural que no había sido considerado no obstante se puede llevar a cabo un análisis simple acorde a las cargas que se conocen y a la resistencia de la comprensión del adobe. Siendo la finalidad el que se demuestre qué tanto resisten los muros portantes y qué tan capaces son de soportar cargas mayores a las que usualmente soportan (Torres, 2015). Como **muestra** se tomó una sección de la edificación en la que actúan cargas conocidas, tal es el caso de los muros sobre los cuales está la cubierta. Se evaluó con una distribución de carga en un área tributaria que corresponde a la mitad de la cubierta, actuando por todo el muro. La resistencia a compresión del adobe es de 10 kg/cm² en promedio, el espesor de los muros es de 50 cm, y se tiene una carga de 500 kg/cm, al multiplicarla por 100cm que contiene cada metro el resultado es de 50000 kg/m.

La carga que transmitió el peso de la cubierta total por cada muro es de 680kg/m, afirmando que la carga resistente es de 80 veces mayor a la carga que actúa. **Conclusión:** El sistema de refuerzo para viviendas existentes se debe aplicar en viviendas que no tengan antiguos daños significativos. El usar mallas electrosoldadas dispuestas en forma de franjas que simulan vigas y columnas de confinamiento para reforzamiento supone una solución factible para las casas de adobe sujetas a terremotos. Para construcciones nuevas, la técnica se mejoró al incluir sobrecimientos de concreto, cimientos, adobes mejorados, una viga solera de concreto, etc., conservando las franjas de mallas electrosoldadas en donde se interceptaban muros tarrajeados y ortogonales. Diversos programas de reconstrucción han utilizado este sistema para viviendas nuevas, favoreciendo a los pobladores de menores recursos que se perjudican por los sismos (Torres, 2015). **Se comprobó** que el 100% de viviendas de adobe que no siguen normas ni son supervisadas tienen mayores debilidades y una menor vida a la que se tuviera si la materia fuese optimizada.

Nivel Internacional N.º 3

Las construcciones con adobe se hacen presente en gran parte del poblado Crescencio Valdés en Carnajuaní, Villa Clara, Cuba. Con el trabajo de investigación se denominada "Estudio de la resistencia a compresión simple del adobe elaborado con suelos procedentes de Crescencio Valdés, Villa Clara,

Cuba” (Saroza, Rodriguez, Menéndez, & Barroso, 2008) señalan que se da valor a lo idóneo de usar cada suelo en estudio teniendo la premisa de que se alcance con el adobe creado una resistencia a compresión simple de 1MPa (10Kg/cm²), debido a que se usará luego en la edificación del pueblo. El **método** de trabajo se ejecutó luego de la selección de 12 suelos (identificados como S1,...S12) del pueblo en cuestión, elegidos de distintos espacios de este. Luego, una muestra significativa de los suelos fue llevada al laboratorio de Mecánica de Suelos de la institución educativa donde se analizó la granulometría por tamizado en seco de cada suelo acorde a (ISO 17892-4:2016, 2019), con el fin de conocer los % de las diversas fracciones granulométricas. Así, se consideró a la grava, la fracción de suelo mayor de 2 mm, arena a la fracción comprendida entre 0.06 mm y 2 mm, limo a la fracción comprendida entre 2 μm y 0.06 m, y, finalmente, arcilla a la fracción menor de 2 μm. **El resultado** en este apartado se indica los que se llegaron a obtener con el trabajo de investigación, realizado en laboratorio a los 12 suelos.

En la Tabla 4 se exponen las propiedades que se obtuvieron en los suelos. Asimismo, se aúna la calificación acorde al S.U.C.S. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos. Según ello, la totalidad de los casos tienen suelos SC, Salvo S7 (SM), el S8 (CL) y el S10 (SM). Es preciso hacer hincapié que en todos hay poca humedad natural. Se exponen, en la siguiente figura, los hallazgos del ensayo de resistencia a compresión simple llevado a cabo en S1 a S6. Se ha alcanzado, como se aprecia en los diversos porcentajes de fibra orgánica que se han estudiado, un valor que supera el 1MPa (10 Kg/cm²). Acorde a ello, todos los suelos son aptos para ser utilizados como adobe para la obra. Y en la Figura N.º3 se muestra lo hallado respecto a los suelos S7 a S12; se indica que en estos no fue posible el ensayo dado que las muestras se fisuraban en exceso.

Tabla 4.
Propiedades de los suelos S1 a S12

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
% de arena	2	9	8	8	5	0	7	0	0	37	11	4
% de limo	61	66	61	66	55	57	11	36	29	32	43	45
% de arcilla	37	25	31	26	40	43	82	64	71	31	46	51
Límite Líquido	35,20	36,00	36,50	31,00	46,20	38,80	34,10	35,40	43,70	40,20	31,80	38,20
Límite Plástico	19,20	18,30	19,60	17,20	23,80	16,60	28,80	24,10	25,70	28,00	17,20	23,10
Índice de Plasticidad	16,00	18,30	18,90	14,10	24,40	23,80	5,30	11,30	18,00	12,20	14,60	15,10
Humedad (%)	8	5	7	5	7	3	4	4	6	3	4	5
Densidad (%)	30	35	32	31	41	35	29	38	36	37	28	30
Peso específico fase sólida (kN/m ³)	26,40	26,40	26,30	26,00	27,20	26,60	26,70	27,00	27,10	27,60	26,90	28,90
Índice de huecos (%)	43	52	47	45	69	58	41	61	56	39	39	43
Peso específico seco (kN/m ³)	18,40	17,42	17,86	18,49	16,05	17,29	18,96	16,74	17,34	17,39	19,37	18,83
Grado de saturación (%)	59	26	39	30	27	15	26	18	29	14	28	31
Peso específico aparente (kN/m ³)	19,96	18,30	19,14	19,42	17,17	17,81	19,72	17,41	18,38	17,91	20,14	19,77
S.U.C.S.	SC	SC	SC	SC	SC	SC	SM	CL	SC	SM	SC	SC

Fuente : (Saroza, Rodriguez, Menéndez, & Barroso, 2008)

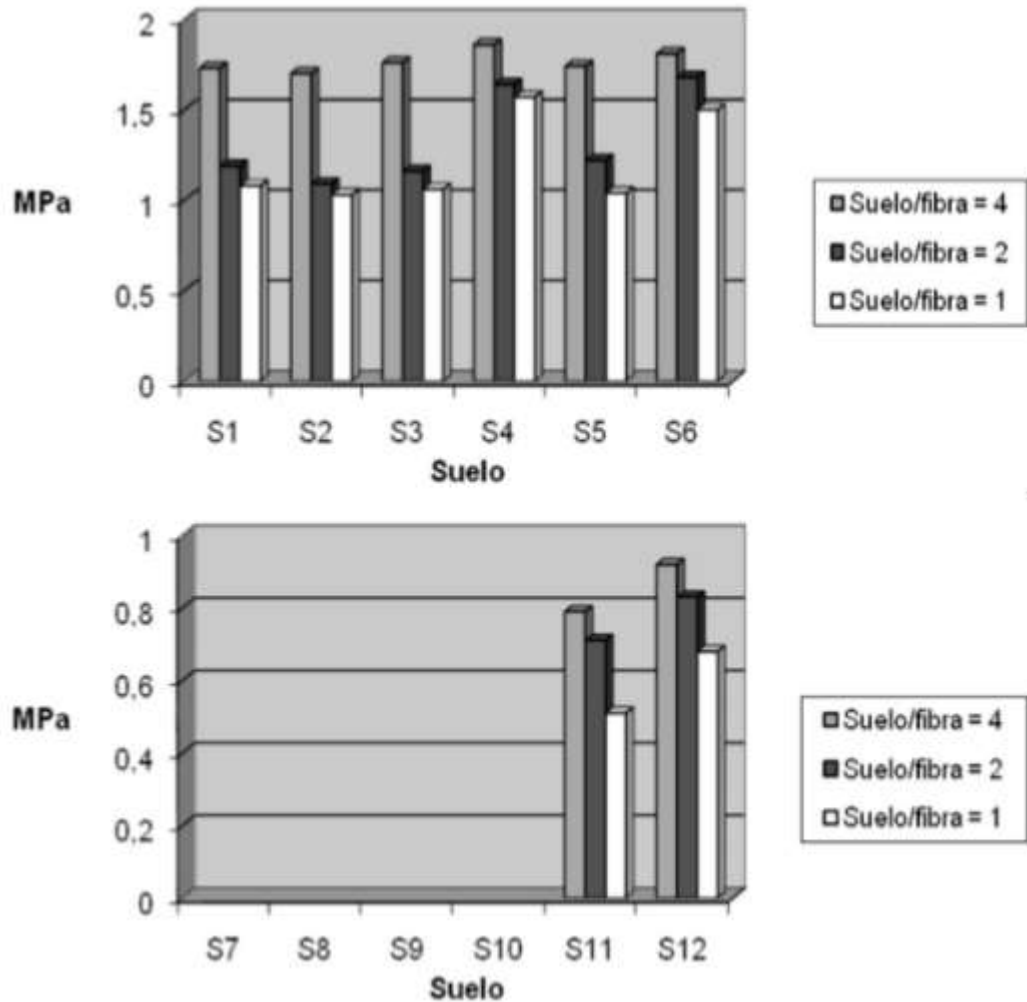


Figura 3. Estudio de la resistencia a compresión simple del adobe elaborado con suelos procedentes de Crescencio Valdés, villa Clara, Cuba

Fuente: (Saroza, Rodriguez, Menéndez, & Barroso, 2008)

Haciendo la **comparación** de los requisitos mínimos estructurales de S10, S11 y S12, pese a haber llevado a cabo los ensayos, no se alcanzó para ningún contenido de fibra orgánica la resistencia a compresión mínima que se precisa. Para S7 a S12 se crearon muestras de suelo, acorde a lo señalado en metodología, denominando a estas mezclas nuevas S71, S81, ... S121 respectivamente. En la Tabla N.º 4 se muestran los % de suelo original y el de arena agregada en la creación de las mezclas nuevas. Igualmente, en la Tabla N.º 5 se ve los % de las diferentes fracciones granulométricas que existen en las nuevas mezclas. Por último, en la Figura N.º 4 se aprecian los valores de resistencia a compresión simple de las mezclas nuevas, para los distintos contenidos de fibra orgánica. Se observa que, en todos los casos, se supera el valor de resistencia requerido, salvo para S71, que todavía no alcanzó el valor adecuado (Saroza, Rodríguez, Menéndez, & Barroso, 2008).

Tabla 5.
Composición final de los suelos S71 a S121.

	S7i	S8i	S9i	S10i	S11i	S12i
Suelo original en mezcla (%)	56	78	70	74	88	91
Arena añadida en la mezcla (%)	44	22	30	26	12	9

Fuente: (Saroza, Rodríguez, Menéndez, & Barroso, 2008).

Tabla 6.
Composición de las nuevas mezclas.

	S7i	S8i	S9i	S10i	S11i	S12i
(%) de grava	3.92	0	0	27.38	9.68	3.64
(%) de arena	50.16	50.08	50.3	49.68	49.84	49.95
(%) de limo	22.4	17.16	24.5	7.4	22.88	32.76
(%) de arcilla	23.52	40.56	25.2	15.54	17.6	13.65

Fuente: (Saroza, Rodríguez, Menéndez, & Barroso, 2008).

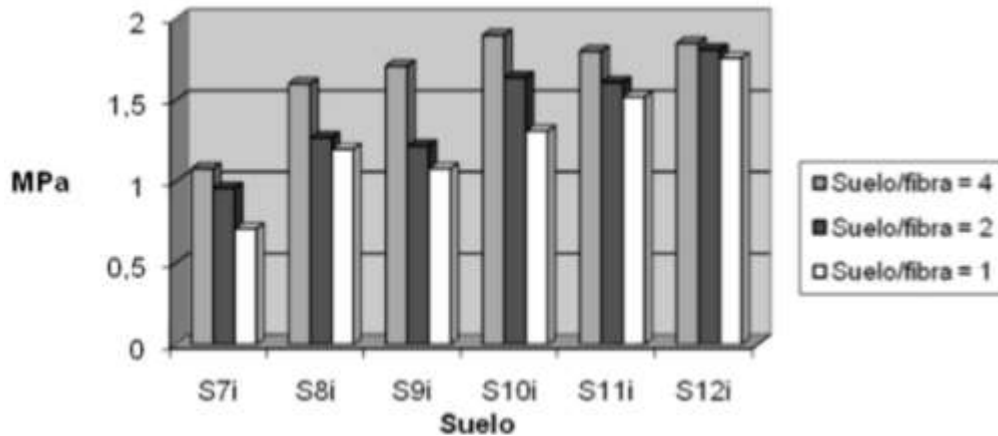


Figura 4. Resistencia a compresión simple de los suelos S7i a S12i

Fuente: (Saroza, Rodriguez, Menéndez, & Barroso, 2008).

Se tomaron 6 **muestras** de cada suelo y se combinaron con fibra en una relación volumétrica orgánica de 4/1, además seis muestras con una relación de 2/1, y otras seis más de 1:1. Se usó, en esta etapa, fibra orgánica de caña de azúcar en trozos de menos de cinco centímetros. Se hizo además un ensayo Proctor Normal para las 18 mezclas, bajo (ISO 17892-4:2016, 2019), para identificar el nivel de humedad, y por ende cuánta agua requiere que se añada en cada caso, para conseguir que se compacte al máximo. **Conclusión:** Se constató tras consultar la bibliografía (Vélez, 2000) que no hay un consenso en las recomendaciones respecto a los porcentajes de arcilla y arena que debe estar presente en la composición del adobe al construir. Sin embargo, parece haberse conseguido un acuerdo sobre el % de arcilla que debe tener el suelo el cual debe superar siempre el 15% de tal forma que se consiga suficiente cohesión en la mezcla. Los suelos S1 a S6 ofrecen resistencias a compresión simple que superan el 1 MPa (10 kg/cm²) y en todos, el contenido de arena supera el 50%. Asimismo, en la totalidad de los casos son suelos "SC". Podemos decir que de S7 a S12 no están habilitados para elaborar adobes en la medida que se conserven las proporciones iniciales de sus fracciones granulométricas. Ello se debe a que no se han alcanzado las resistencias pertinentes, o hay excesivas fisuras (Saroza, Rodriguez, Menéndez, & Barroso, 2008). Por otro lado (Jiménez, 2012), las muestras de arena gruesa con mayor granulometría promedio disminuyen más rápidamente su humedad respecto a las muestras de menor granulometría promedio; por su parte (Taboada Castro, Rodríguez Blanco, & Oropeza Mota, 2011), el material grueso ensamblado origina una

estructura prácticamente impermeable. Por su parte, en el estudio del impacto de ondas sobre taludes (Valencia, Ramirez, Toro, & Echeverri, 2003) , las protecciones fueron eficientes para la arena gruesa ya que ella, al ser de granos tan angulosos, ejerce mayor fricción.

Nivel Internacional N.º 4

Pese a que en el mercado hay diversos materiales para construir, se debe recordar que un tercio de la población alrededor del mundo en promedio usa la tierra como un insumo base para construir sus edificaciones, con la cual se crean desde los más simples a exuberantes monumentos. En Argentina, fueron los pobladores primitivos quienes usaron por primera vez la tierra cruda como material de construcción, le siguieron los colonizadores; esta se usó de formas diversas y complementándose con madera, paja, piedra, etc. (Giles, Scarponi, & Galindez, 2007). Las construcciones de adobe se diseñarán a través de **métodos racionales de cálculo** con base en los requerimientos que establece la resistencia de materiales y estática. Se determinarán los esfuerzos que actúan en los distintos elementos a través de un análisis elástico. Se adoptarán si es necesario otros métodos tras avalarse por suficiente información técnica experimental y sean fijados con extremo cuidado los coeficientes de mayor carga y los factores de reducción de resistencia. Una vez establecidos los coeficientes de seguridad, se tomará en consideración la calidad al ejecutarse las construcciones. (Por lo general a un control profesional) al hacer la determinación de los esfuerzos en muros, se tomarán en consideración la sobrecarga, excentricidades, sismos, cargas muertas, vientos, asentamientos diferenciales y demás. Acorde a las especificaciones de las normas en vigencia (Giles, Scarponi, & Galindez, 2007). **Los resultados** revelan: Para el muro de adobe sin refuerzo de geomalla, hay un comportamiento prácticamente elástico, hasta alcanzar la resistencia máxima (0,18 kg/cm²), tras ello, se crean grietas diagonales hacia los dos extremos. La curva fuerza-deformación, revela una fuerza máxima de 38 kN (380 kg) y luego una pendiente negativa. Se ve en el muro envuelto en geomalla un esquema de grietas semejante al del muro sin refuerzo, que alcanzó la misma fuerza cortante máxima prácticamente. No obstante, sí hay una diferencia considerable en el comportamiento luego de la fisuración: tras ese límite, el comportamiento es dúctil, con gran capacidad de

deformación conservando su resistencia elástica, derivando en un gráfico fuerza – deformación. En los muros reforzados, las grietas son más cortas y se distribuyen por la totalidad de la superficie del muro. La gráfica Fuerza – Deformación, expone ciclos histeréticos con capacidad de absorción de energía y un valor máximo de cortante, después, el muro baja su resistencia debido al desprendimiento del revoque, y que la malla ya no se comporte como refuerzo integrado sino como un componente para confinar. Por último, la malla de refuerzo da el confinamiento que se necesita para el desarrollo de una capacidad significativa de deformación y conservar la integridad del muro (Giles, Scarponi, & Galindez, 2007). Haciendo la **contrastación de los resultados**, y observado los ensayos, después de la etapa elástica el refuerzo de la geomalla requiere de toda la fuerza cortante de tal forma que sea posible que se deforme el muro disipando la energía y alcanzando el valor último de fuerza cortante, vinculado a un esfuerzo de 0,04 MPa, tras lo cual el deterioro interno del muro imposibilita que la fuerza cortante se incremente. Se establece así que la malla de refuerzo, soporte fuerzas de tracción, vinculadas al esfuerzo de corte de 0,4 kg/cm², asegurando un comportamiento inelástico del muro con disipación de energía por deformación en ciclos histeréticos (Giles, Scarponi, & Galindez, 2007).

La resistencia que se requiere del refuerzo (f_g) por unidad de longitud se calculó a través de la expresión que se muestra a continuación:

$$f_g = (S) \cdot (v_u) \cdot (b) \cdot (1/N)$$

Donde:

f_g = Resistencia de la malla por unidad de longitud al 5% de elongación.

S = Factor que asegura el comportamiento inelástico debido a que la geomalla es linealmente elástica hasta la rotura ($S = 1,3$).

b = Espesor bruto del muro incluyendo el revoque.

v_u = Esfuerzo cortante último que resiste un muro de adobe reforzado con geomalla. Para nuestro caso de muros revocados con barro = 0,04 MPa (0,4 kg/cm²)

N = Número de capas de malla en el muro en ambas caras

Figura 5. Expresión para calcular la resistencia requerida de refuerzo (f_g) por unidad de longitud

Fuente: (Giles, Scarponi, & Galindez, 2007)

La calidad de la mano de obra es determinada para alcanzar una mampostería de adobe con resistencia. La construcción del muro requiere estar uniformizada y que no se superen los 1.5 metros de altura diarios. Igualmente, con las juntas, estas deben estar uniformizadas y llenas de mortero por completo. Cuando se concluya la jornada, las juntas verticales de la última hilada deben dejarse sin mortero, de tal forma que puedan recibir este en la jornada siguiente. Las **muestras** (unidades de adobe) no deben tener polvo y las superficies estar húmedas evitando que seque prematuramente. Además, debe estar contrafuertes, proyectando que a largo plazo podría ampliarse. En caso haya dinteles estos deben anclarse en el muro a no menos de 30 cm, también dimensionarse para ser capaz de aguantar las cargas sin que su arco se vea afectado (Giles, Scarponi, & Galindez, 2007). **Conclusión:** No necesitan que se tenga una resistencia elevada a la compresión, pero sí, que sean manipulables, sus dimensiones uniformizadas, sin alveos y sin rajaduras. Es necesario, en la prevención de grietas, que se añada paja al barro, fibras de 0.10 m de longitud en una proporción en volumen, no menos a 1 parte de paja por 6 de suelo. Se aconseja que el suelo esté remojado durante dos días o más. Se recomienda que se sequen los adobes en sombra durante una semana como mínimo, en un espacio plano y despejado, y colocar arena fina entre los adobes y el piso facilitando el secado. El secado debe durar como mínimo 15 días. En caso se rajen los adobes, es preciso que se aumente la proporción de paja y/o que se añada arena gruesa hasta que se obtengan adobes sin rajaduras. Los moldes van a tener de preferencia fondo, para ser más uniformes y compactos. Se dejarán, por tanto, dos rajaduras pequeñas en el fondo, que harán posible el que el agua escurra. Cuando se haga uso del molde, este requiere ser remojado, evitando que se adhiera barro a las paredes. Se recomienda que se rocíe con arena fina el interior, evitando que se adhiera al fondo (Giles, Scarponi, & Galindez, 2007).

Nivel Internacional N.º 5

Usar adobe como material para obras se hace desde mucho tiempo y sigue vigente a día de hoy, se le aprecia, por ejemplo, en el centro histórico de Cuenca, en Ecuador con la investigación de (Chuya & Ayala, 2018) quien señala que la tierra es un material característico de la zona; no obstante, usar la tierra no es exclusivo de ningún lado, dado que se encuentra en todas partes alrededor del globo. "El uso de unidades de barro secadas al sol data de 8000 B.C" (Blondet & Brzev, 2003). **La metodología aplicada** al presente trabajo de investigación consta de la elaboración de las muestras de adobe reforzado con fibra de vidrio en el sector de San José de Balzay perteneciente a la parroquia Sinicay; las cuales serán ensayadas previo al procedimiento de selección de tierras y estudio de la normativa vigente, con la finalidad de que se analicen y comparen las propiedades mecánicas de adobes reforzados con fibra de vidrio (GFRP) con los tradicionales del sector (Blondet & Brzev, 2003) la metodología se muestra en la Figura N.º 5.

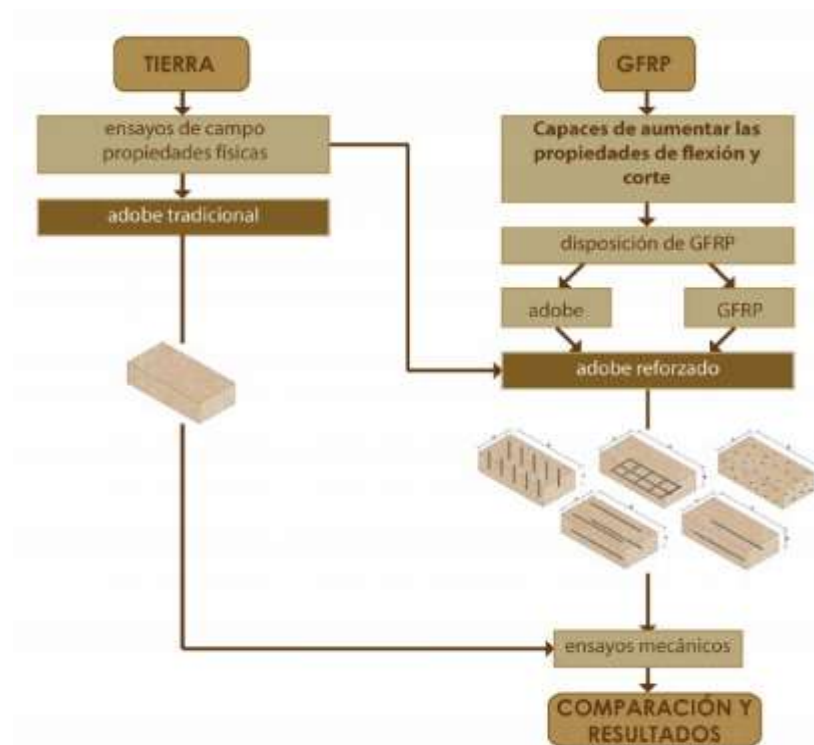


Figura 6. Metodología aplicada para el adobe reforzado

Fuente: (Blondet & Brzev, 2003).

El análisis de los resultados entre los principales sistemas de clasificación de suelos tenemos: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), American Association of State Highway Officials (AASHTO), Sistema Británico (BS) y FAA. Por lo que, a continuación, se realiza una evaluación del suelo mediante el sistema SUCS y AASHTO, las cuales comprenden una clasificación para suelos gruesos y suelos finos como se menciona a continuación. A través de los ensayos podemos observar qué tan grandes son las partículas del suelo ensayado, el mismo que establece una clasificación de estos en: gravas, arenas, arcillas y limos, los cuales podemos observar en la Tabla N.º 6. En este caso, la mayoría de la muestra de suelo pasa el tamiz N.º 4, es decir, pertenece al grupo S, de arenas y suelos arenosos; a continuación, más del 12% de la muestra de suelo pasa el tamiz Nº200, por lo que podría tratarse de un suelo SM o SC. Ahora, seguimos con el índice de plasticidad (IP), cuyo valor es de 24.78. Por lo que, se trata de un suelo SC, pues el contenido de finos es mayor que 12% en peso (pasa la malla Nº200), y su índice plástico es mayor a 7, es decir un suelo con cantidad considerable de finos plásticos. Además, se dispone de un límite líquido superior a 50%, es decir, se trata de un suelo de alta compresibilidad (H), y según la carta de plasticidad es un suelo CH que se muestra en la Figura N.º6, es decir, de arcillas inorgánicas de alta compresibilidad (Blondet & Brzev, 2003).

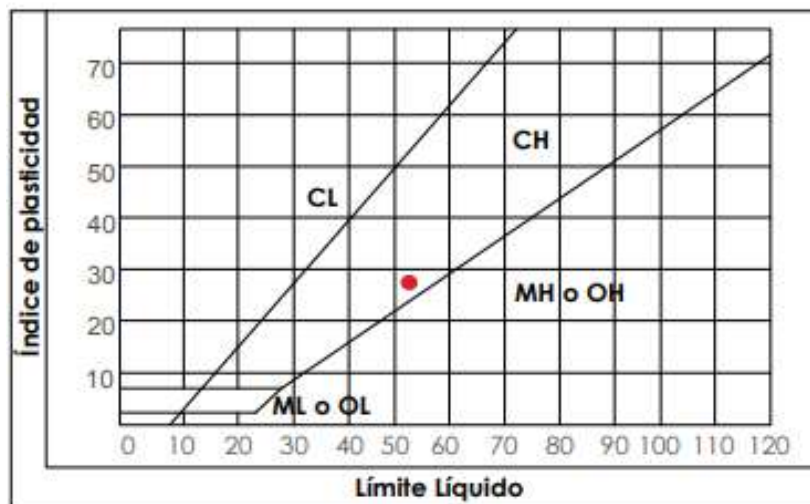


Figura 7. Carta de plasticidad

Fuente: (Blondet & Brzev, 2003).

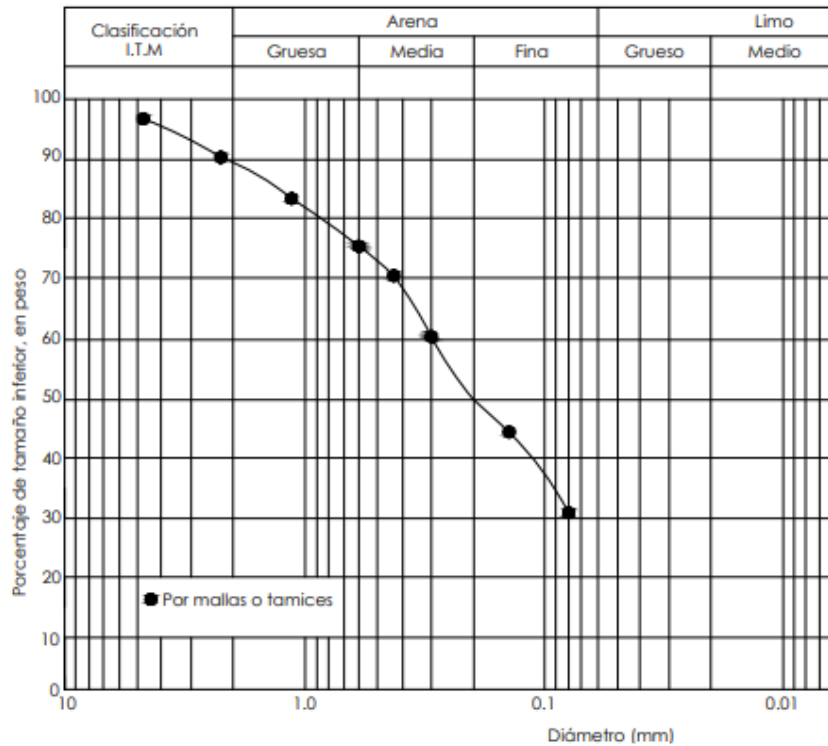


Figura 8. Curva granulométrica

Fuente: (Blondet & Brzev, 2003)

Previo al análisis de los resultados es necesario conocer el comportamiento de los composites; (Callister & Rethwisch, 2014) muestran los comportamientos de tensión-deformación para las fases de fibra y matriz de manera esquemática en la Figura N.º8 el cual considera a la fibra totalmente frágil y a la matriz ser considerablemente dúctil.

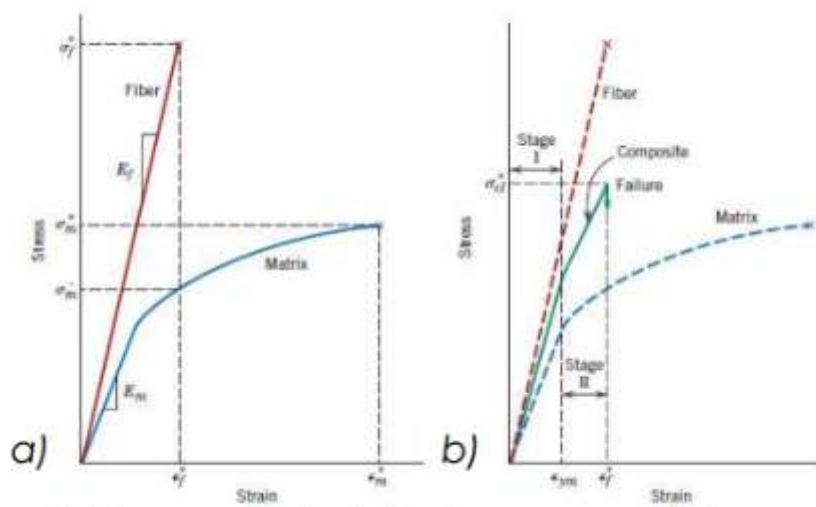


Figura 9. Esquema de falla de un compuesto

Fuente: (Callister & Rethwisch, 2014)

La cantidad de muestra de ensayo según la norma establece que se trate de una cantidad representativa de suelo, sin embargo, mientras más seco sea el suelo, mayor será la cantidad de suelo a ser ensayada. Además, el periodo de secado del material en el horno fue de 24 horas según lo establece la norma (Chuya & Ayala, 2018). **Conclusión:** Excelentes resultados del comportamiento mecánico de los adobes reforzados con fibra de vidrio en los diversos ejemplos analizados, determinando que la fibra de vidrio es un material de refuerzo bueno para el adobe. Se obtuvo resistencia de: Respecto a la compresión, las muestras aumentaron hasta 1.25 veces su valor, incrementando el 25% respecto tradicional. El caso 5 tiene la mejor resistencia, con tan solo un 0.60% de fibra de vidrio en relación con el volumen total del adobe (Chuya & Ayala, 2018).

1.8.1.2. Nivel Nacional

Nivel Nacional N.º 1

Se ha desvanecido, en la actualidad, la utilización del adobe ya que se tienen nuevas tecnologías respecto a materiales de construcción como el concreto, el cual desplazó con el pasar de los años al adobe. De manera específica, en Cusco existen algunas viviendas de adobe pero les hace falta mantenimiento (Florez & Limpe, 2019). **La metodología** es de enfoque cuantitativo y cuasiexperimental ya que comparan propiedades mecánicas. Así también, la cantidad de fibra de maguey (variable independiente) es manipulada en 3 porcentajes distintos respecto al peso seco del suelo, y se conservan continuamente las proporciones del agua, suelo y un poco de paja; es determinada qué tan influyente es la cantidad de fibra de maguey en las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe (Variable dependiente); viendo las diferencias a causa de la variable independiente (Florez & Limpe, 2019). **Los resultados** a la resistencia a compresión de las unidades de adobe con 0.35% de fibra de maguey aumentó 16.13% en relación a la resistencia a compresión de los adobes con 0.20% de paja. Asimismo, las unidades con 0.20% de paja + 0.05% de fibra de maguey muestran un aumento en 15.59%, 28.21% y 31.86% ante la resistencia a compresión de unidades de adobe con 0.20% de paja. Al aumentar 0.15% de fibra de maguey en los adobe con 0.20%

de paja, la resistencia aumenta en 12.08% (Florez & Limpe, 2019). **Comparando** los valores, son menores a los que indica el (Ministerio de Vivienda C. y., 2017), donde son de 10.2 kg/cm². Se ensayó con un total de 125 **muestras** entre unidades de adobes, muretes de adobe con paja y fibra, pilas y cilindros de mortero de barro. Se elaboran las pilas y muretes con adobes de 25x13x9 cm, cumpliendo con lo estipulado por el (Ministerio de Vivienda C. y., 2017). Se consideró, para las pruebas, llevar a cabo 3 especímenes por cada variable y se calculó un total de 320 unidades de adobe obtenidas a partir del vínculo del volumen de todos los especímenes en total y el volumen de una unidad de adobe. **Conclusión:** La fibra de maguey mejora las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe de forma significativa, además esta adición es de 0.20% (Muestra Tipo 5) otorga un 11.79% de resistencia a compresión axial en pilas. Así, se indica que la fibra de maguey da más resistencia mecánica que la paja. La resistencia promedio a compresión diagonal de muretes de adobe de todas las muestras superó el mínimo señalado por el (Ministerio de Vivienda C. y., 2017) de 0.25 Kg/cm².

Nivel Nacional N.º 2

Uno de los objetivos fue que se contribuya con el diseño de viviendas de adobe según (Cabrera & Huaynate, 2010):

En el trabajo titulado "Mejoramiento de las construcciones de adobe ante una exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones" tuvo como finalidad hacer una contribución al diseño de viviendas de adobe con la capacidad de que resistan los impactos erosivos en caso de inundación que suelen ocurrir como una consecuencia natural del clima de la zona. Con tal objetivo se desarrollaron tres opciones para que se mitigue el defecto de ser vulnerables los adobes debido a que están expuestos al agua. (p. 1)

Esto indica que el trabajo de investigación ha tenido que abordar en estrictos cumplimientos de la normativa (Ministerio de Vivienda C. y., 2017) para desarrollar el objetivo principal planteado. **Las siguientes técnicas** de ensayo se ejecutaron al contrastar el comportamiento de un espécimen que se construyó de forma tradicional y las alternativas de solución propuestas, ante una inundación simulada. Las pruebas que se

hicieron conllevar a índices que hacen posible la comprensión y comparación del comportamiento de las unidades expuestas al agua. Se basó, para ello, en las pruebas de Succión y de Rapidez inicial de absorción de la Norma Técnica Peruana (NTP 399.613, 2017). Es preciso que se advierta que dichos procesos se concibieron para ladrillos de arcilla que fueron consolidados de forma muy diferente en las unidades de adobe. Ello dado que la NTP no detalla un proceso para el ensayo y muestreo para las mencionadas pruebas, entonces se hizo la adaptación de dichos ensayos tras observar alcances y limitaciones en unidades de adobe. Cuyo **resultado** supone que se invierta 1.87 veces más respecto al costo de un muro que no está reforzado. Se concluyó que, de las 2 alternativas que resta, la del tarrajeo de la base dio mejores resultados al tener un menor ascenso de agua por capilaridad y menos agua de rapidez inicial de absorción. Cabe indicar que, incluso la solución tarrajeo, pese a que su costo es 23% mayor a la de adobe estabilizado, se puede aplicar a casas que ya existen. Se mejoraría esta opción al tener un tarrajeo de cemento pulido (Cabrera & Huaynate, 2010). **Comparando** la capilaridad del Muro Estabilizado y el tarrajeado, es ininterrumpida durante todo el ensayo. Se indicó que el Muro Estabilizado tiene 1.65 veces más ascenso capilar que el Tarrajeado. La capilaridad en el Muro con Sobrecimiento se paró a las 48 horas y culminó siendo 6.5 y 4 veces menor que la de los Muros Estabilizados y Tarrajeados (Cabrera & Huaynate, 2010). Para dicho trabajo se determinó fabricar **muestras** (adobes) estabilizados con un 5% de cemento. Para calcular cuánto cemento usar, se pidió una muestra de un adobe tradicional hecho en adobera de 13x25.5x7.5 cm. Pesando ello se tiene la referencia de la densidad de los adobes y el peso porcentual de cemento por añadir (Cabrera & Huaynate, 2010). **Conclusión:** Los ensayos permitieron que se demuestre la gran debilidad de los adobes tradicionales ante la erosión del agua, con 20 minutos como tiempo aproximado de que la estructura colapse, con un tipo de falla frágil. Cabe precisar que el tiempo indicado va a depender de la consistencia y grosor del adobe. Por ende, se hace la recomendación de evitar usar el adobe

convencional en zonas de alta probabilidad de inundaciones (Cabrera & Huaynate, 2010).

Nivel Nacional N.º 3

El siguiente trabajo se planteó la determinación de la resistencia a compresión en adobe, y sus unidades se estabilizaron en 2% y 3% con cenizas de cáscara de huevo y cáscara de arroz, según (León B. , 2019). **El método utilizado** para los ensayos llevados a cabo en campo fue: enrollado, de prueba de botella y color, para seleccionar el suelo; respecto a los que se hicieron en laboratorio fueron contenido de humedad, análisis granulométrico, límite plástico, límite líquido y pH, análisis térmico diferencial, fluorescencia de rayos X y compresión de unidades de adobe, que se evalúan a los 10, 20 y 30 días de secado bajo sombra (León B. , 2019). El trabajo en cuestión tuvo como **resultados**: los adobes experimentales 1 y 2 alcanzaron en promedio 11.24 kg/cm² y 10.57 kg/cm² en resistencia a 10 días de secado bajo sombra, esos números no superan al adobe patrón que tuvo 13.61 kg/cm². En tanto, a los 20 días de secado hubo cierta mejoría en la resistencia de los adobes experimentales 1 y 2, alcanzando 13.50 kg/cm² y 13.35 kg/cm², siendo más homogéneos con relación al adobe patrón que tuvo 15.77 kg/cm². Por último, pasados los 30 días no se logró superar el promedio del adobe patrón (16.24 kg/cm²) pero el adobe experimental 2 logró una resistencia de 15.27 kg/cm² en promedio, sobrepasando al 1. Ello establece que, mientras más se concentre el óxido de silicio, la resistencia se desarrolla a un periodo mayor de secado (León B. , 2019). **Discusión:** *Por las características del suelo*, acorde a la fuente previa, el análisis granulométrico; en la tabla N.º 04 se exponen los pesos retenidos en cada tamiz, esos hallazgos se reflejan en la Figura N.º 03 indicando los diámetros de las partículas que se representan en escala logarítmica, por lo que se identifica la clase del material; según AAHSTO es un A-6: suelo arcilloso y la clasificación SUCS indica un suelo CL: arcilla de media plasticidad arenosa.

Tiene 2.629 %, de humedad, es decir un nivel bajo. Los límites de consistencia son: límite líquido 34.62%, límite plástico 21.67%, índice de plasticidad 12.95%. El pH es 4.70 (acidez alto); además el pH de la primera combinación de suelo + 1% ceniza de cascara de huevo + 1% ceniza de cáscara

de arroz es de 13.25 y la segunda combinación de suelo + 1% ceniza de cascara de huevo + 2% ceniza de cáscara de arroz es de 12.82; manifestando para ambas combinaciones un nivel de alcalinidad alto.

Tabla 7.

Pesos retenidos del suelo en cada tamiz.

Tamiz (Abertura) (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)
Nº 4	4.760	85.0	10.8	89.2
Nº 10	2.000	66.0	8.4	80.8
Nº 20	0.840	73.0	9.3	71.5
Nº 30	0.590	34.0	4.3	67.2
Nº 40	0.426	27.0	3.4	63.7
Nº 60	0.250	29.0	3.7	60.1
Nº 100	0.149	21.0	2.7	57.4
Nº 200	0.074	22.0	2.8	54.6
< 200	429.0	54.6	100.0	-
TOTAL	786.0	100.0		

Fuente: (León B. , 2019).

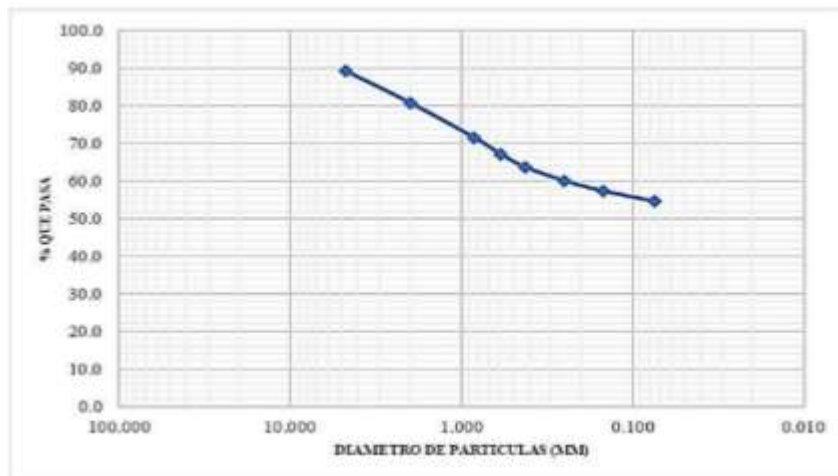


Figura 10. Curva de distribución granulométrica

Fuente: (León B. , 2019).

Por la composición química de las cenizas, La Tabla N.º 7 señala la composición química de la ceniza de cáscara de huevo, donde el óxido de calcio (CaO) es el componente principal en un 89.275% y la Tabla N.º 8 expone la composición química de la ceniza de cáscara de arroz, donde el óxido de silicio (SiO₂) es el elemento central con 89.788% (León B. , 2019).

Tabla 8.

Composición elemental de cenizas de cascara de huevo en % de masa.

Oxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	10.034	9.970
SiO ₂	0.093	0.092
SO ₂	0.069	0.068
ClO ₂	0.148	0.0147
K ₂ O	0.068	0.068
CaO	89.847	89.275
Fe ₂ O ₃	0.006	0.006
CuO	0.005	0.005
ZnO	0.003	0.003
SrO	0.229	0.228
ZrO	0.002	0.002
Total	100.635	100.00

Fuente: (León B. , 2019).

Tabla 9.

Composición elemental de cenizas de cáscara de arroz en % de masa.

Oxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	3.006	3.189
SiO ₂	84.638	89.788
P ₂ O ₅	0.273	0.289
SO ₂	0.433	0.460
ClO ₂	0.446	0.473
K ₂ O	2.972	3.153
CaO	2.012	2.135
TiO ₂	0.005	0.05
MnO	0.266	0.282
Fe ₂ O ₃	0.139	0.148
Ni ₂ O ₃	0.002	0.002
CuO	0.011	0.011
ZnO	0.047	0.050
ZrO ₂	0.002	0.002
Total	94.264	100.00

Fuente: (León B. , 2019).

Por su resistencia a la compresión, la figura 10, según (León B. , 2019) indica que se ha cumplido con las recomendaciones de la norma E080, que precisa $f_o = 10.2 \text{ Kg/cm}^2$ como valor mínimo y, se observa que:

- Las unidades de adobe patrón (que no cuentan con cenizas añadidas) obtuvieron a 10 días de secado una resistencia de 13.61 kg/cm^2 ; luego, a los 20 días se llegó a 15.77 kg/cm^2 ; y, por último a los 30 días se llegó a 16.24 kg/cm^2

- Las unidades de adobe experimental – 01 (que tienen un 1% de ceniza de cáscara de huevo y 1% de cáscara de arroz) obtuvieron, a los 10 días de secado una resistencia de 11.24 kg/cm² en promedio; a los 20 días, 13.50 kg/cm² y, por último 14.30 kg/cm² a los 30 días.
- Las unidades de adobe experimental – 02 (con 1% de ceniza de cáscara de huevo con 2% de cáscara de arroz) obtuvieron resistencia de 10.57 kg/cm² a los 10 días, luego, a los 20, se alcanzó un promedio de 13.35 kg/cm² y, a los 30 días, un promedio de 15.27 kg/cm².

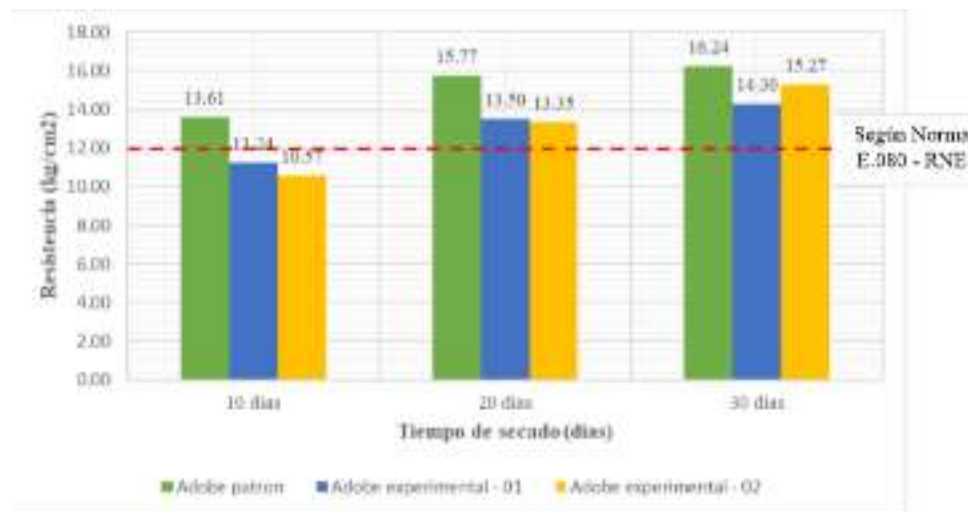





























Figura 11. Composición de resistencias de las unidades de adobe patrón y experimental.

Fuente: (León B. , 2019).

En la investigación de (León B. , 2019) la **muestra** se escogió por conveniencia del investigador, tomando un mínimo de especímenes exigidos y se trabajó así con el total de la población siendo estas 27 unidades de adobe.

Tabla 10.

Distribución de muestras

Edad (días)	Resistencia a la compresión en adobe, estabilizado con 2% y 3% de cenizas de cascara de huevo y cascara de arroz.					
	Patrón		1% CCH + 1% CCA		1% CCH + 2% CCA	
10	P - 01		E - 01		E - 01	
	P - 02		E - 02		E - 02	
	P - 03		E - 03		E - 03	
20	P - 01		E - 01		E - 01	
	P - 02		E - 02		E - 02	
	P - 03		E - 03		E - 03	
30	P - 01		E - 01		E - 01	
	P - 02		E - 02		E - 02	
	P - 03		E - 03		E - 03	

Fuente: (León B. , 2019).

Acorde a los hallazgos, se exponen las siguientes **conclusiones:** Una calcinación apropiada, para que se activen térmicamente los materiales, requiere de una temperatura de 740°C para la cáscara de arroz y 910°C para la cáscara de huevo. La ceniza de cáscara de huevo se compone de óxido de calcio y la ceniza de cáscara de arroz de óxido de silicio. Se usó un suelo arcilloso en la elaboración de los adobes con un % menor de humedad y plasticidad mediana. También, tiene altos índices de acidez; en tanto, las cenizas de cáscara de huevo y arroz tienen altos índices de alcalinidad. Luego de la evaluación para ver si la resistencia creció, los adobes experimentales 1 y 2 no superaron el promedio del adobe patrón; pero el segundo consiguió más resistencia que el 1°; lo que indicó que mientras haya más concentración de óxido de silicio la resistencia se tiene un periodo más largo de secado (León B. , 2019).

1.8.1.3. Nivel Local

El adobe es un material usado en obras en países desarrollados como no desarrollados, es así que esta investigación se desarrolla en la región de Ancash, en las zonas rurales y de bajos recursos del departamento así presentan (Aliaga & Gonzales, 2020). La presente se basa en el **método** experimental, que permitió llevar a cabo ensayos de laboratorio con los materiales de

construcción y que con ello se determinen sus características y propiedades mecánicas, comprobando, a su vez, si están cumpliendo con los estándares o no. Estos ensayos fueron varios, ya que se requirió saber qué suelo era, qué lo caracterizaba, así como ensayos de comprensión y tracción. En cuanto al análisis de unidades de adobes y refuerzo de maguey, al elaborar estar, se indicó la relevancia del porcentaje adecuado de arcilla en la tierra para la mezcla, dado que este elemento promueve la cohesión de partículas para que el barro se forme, así se controla y evitan fisuras en el secado, que es una etapa posterior. Se tuvo, por ello, que realizar ensayos de granulometría, determinando los porcentajes adecuados de linos, arena, arcilla. Así también se hicieron ensayos de límite líquido y plástico obteniendo la clase de suelo (Rimac, 2016). Con los **resultados obtenidos**, se verificó que todos son superiores a la resistencia mínima a la tracción de la geomalla (3.5KN/m.) Igualmente, el prototipo T10 fue el que obtuvo la mayor resistencia (11.0KN/m.). Se evidenció, asimismo, la tendencia entre diámetro y resistencia de las mallas de maguey, en la medida que, a más diámetro, más resistencia. El modelo T3 se considera el mejor al alcanzar una resistencia de 5.0 KN/m. Tiene un diámetro de 0.5cm y espaciamiento de 3cm (Aliaga & Gonzales, 2020). En **contraste** del modelo último propuesto, en el que la malla de maguey es usada como elemento con el objetivo de que refuerce muros, en esta propuesta, opera reforzando material tejido envolviendo los muros de adobe totalmente. Así, aporta resistencia debido al confinamiento, pero también rigidez a las paredes (Aliaga & Gonzales, 2020). **El adobe** generalmente se construye al pie de obra, preparándose la tierra en base a materiales locales y de fácil acceso en la zona de construcción. Para diseñar los 10 bloques de adobe (5 de tradicionales y 5 de la propuesta) fue necesario mezclar 180 kilos de material aproximadamente. Se mezcló con agua y se añadió arena medida con dos latas. Siguiendo la norma del (Ministerio de Vivienda C. y., 2017) se puso en reposo por 48 horas el barro y se le colocó en el molde, posterior a ello se acomodaron los bloques generados en un ambiente libre para que se sequen. **Conclusión:** Para la conclusión principal del primer objetivo, los bloques de adobe se elaboraron con el diseño de mezcla que se propuso el cual se compuso de arcilla y limo (60%), agua (15%), paja (10%) y arena (15%) bajo la normativa del (Ministerio de Vivienda C. y., 2017), y con ello se alcanzó una

resistencia a la compresión de 13.53 Kg/cm². Con ello planteado, se aprecia que existe un incremento en el porcentaje de la resistencia respecto al adobe tradicional de 17.59% (Aliaga & Gonzales, 2020).

1.8.2. Bases Teóricas

1.8.2.1. *Variable Independiente*

1.8.2.1.1 *Teoría de la variable*

- Incorporación de la arena gruesa en la elaboración de las piezas de adobe
Según (Scarponi & Galindez, 2012) el adobe macizo elaborado con barro sin cocer y con la eventual añadidura arena gruesa y/o paja. Están incluidos los adobes que se prensaron de forma mecánica.

La Norma del (Ministerio de Vivienda C. y., 2017) conceptualiza a la arena gruesa como un elemento inerte del suelo, que se compone de partículas de roca que miden entre 0.6 mm y 4.75 mm (mallas N°30 y N°4 ASTM). Forma la estructura granular resistente del barro tras haberse secado a la vez aminora la cantidad y espesor de fisuras generadas en esa etapa, incrementando la resistencia.

Si observamos que los adobes están rajados a pesar de haberlo mejorado en el peor de los casos, la recomendación sería agregar arena gruesa, para obtener óptimos resultados. (Manual, 2016).

- Incorporación del Maguey en la elaboración de piezas de adobe se consideran como variables debido a su influencia en el tipo de resistencia, no obstante, se debe indicar que el número de celulosas va a determinar qué tanta resistencia mecánica tiene la fibra y acorde a ello se deducirán los valores aproximadamente vinculando la composición química de la fibra de maguey (Florez & Limpe, 2019).

También denominado Cabuya o Agave Americana, el Maguey es una planta con gran resistencia, su tallo es corto y no sobresale de la tierra. Sus hojas son gruesas, carnosas y rígidas (Pineda & Uribarri, 2014). Se utiliza, por lo general, en la fabricación de cordelería y sogas, hoy en día también para hacer colchones, filtros, tapicería y papel. Además, es usado cada vez más en el refuerzo de materiales de plástico, especialmente partes de autos.

1.8.2.1.2 Conceptos.

- Adobe

Lo ideal es que el adobe tradicional se conforme de una mezcla de arena, limo, agua y arcilla, dado que se pierde agua al secarse el adobe, se pierde la estabilidad en elementos y ello supone que haya vulnerabilidad frente a agentes externos tales como erosiones, lluvias; así, es necesario que se protejan por techos (Arce & Arodriguez, 2014). La literatura mostró lo siguiente respecto a la elaboración de adobe:

Usar adobe para construir casas ha generado alta inercia térmica, por ello, es funcional para regular la temperatura que hay en el interior de la vivienda, ello en la medida que en verano se reserva el frío y en épocas de invierno, el calor interno. Si se seca el adobe en sombra, es menor la contracción.

en verano retiene el frío y durante el invierno el calor interno y si el secado del adobe ocurre en la sombra, la contracción es menor.

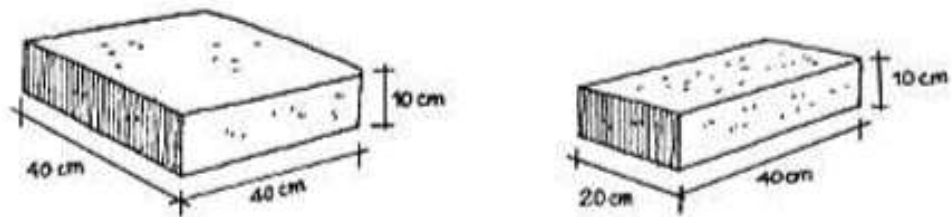


Figura 12. Formas y dimensiones del adobe convencional

Fuente: (Blondet, Garcia, & Brzev, Construcciones de Adobe Resistente a los Terremotos, 2003), Manual de construcción con adobe reforzado con geomallas – PUCP.

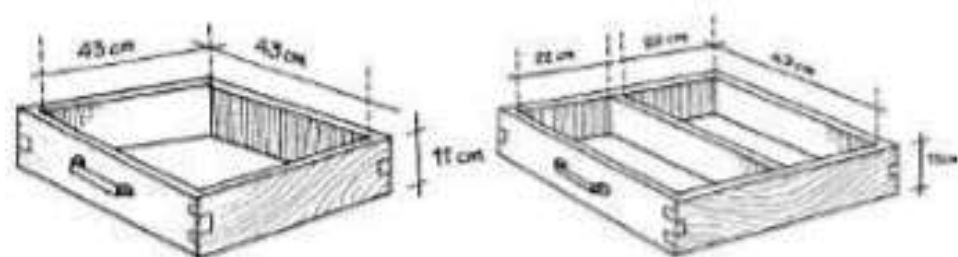


Figura 13. Formas y dimensiones de la adobera convencional

Fuente: (Blondet, Garcia, & Brzev, Construcciones de Adobe Resistente a los Terremotos, 2003) Manual de construcción con adobe reforzado con geomallas – PUCP

- Maguey



Figura 14. Fibra de maguey para la dosificación de las muestras de ensayo

Tiene su origen en Perú y se encuentra de forma silvestre en la serranía, también se cultiva en los jardines como ornamento. El maguey es llamado de muchas formas debido a que tiene una denominación dependiendo del área en el que crece, por ejemplo, Cabuya, Agave, Chuchau, Maguey, Penca, Pacpa, entre otros (Florez & Limpe, 2019).



Figura 15. Arena gruesa en la cantera

Fuente: Elaboración propia

- Arena Gruesa

Es un elemento inerte del suelo y se conforma por partículas de roca que miden entre 0.6 mm a 4.75 mm (mallas N°30 y N°4 ASTM). La arena gruesa se comporta de manera estable al tener contacto con agua y no cuentan con propiedades cohesivas. Es parte de la estructura granular resistente del barro tras el secado a la vez que va a aminorar el espesor y de fisuras generadas, posibilitando un incremento en la resistencia del adobe (Alfaro, 2019).

- Selección del suelo

El componente central del adobe es la arcilla dado que van a mantener la adherencia de los otros insumos (arenas y limos). Además, va a depender de ella la demanda de plasticidad, resistencia seca, agua y adhesión. (Rimac, 2016) afirma que los suelos que tienen grandes cantidades de arcilla tienen más a su vez mayor resistencia seca, la cual fue medida en los ensayos de comprensión de cubos de adobe. No obstante, los niveles altos de arcilla generan que los adobes y el mortero se fisuren, motivo central de resistencia baja en la albañilería. Pese a ello, este obstáculo puede superarse al agregar cantidades considerables de paja en el barro para controlar las apariciones de fisuras en el secado.

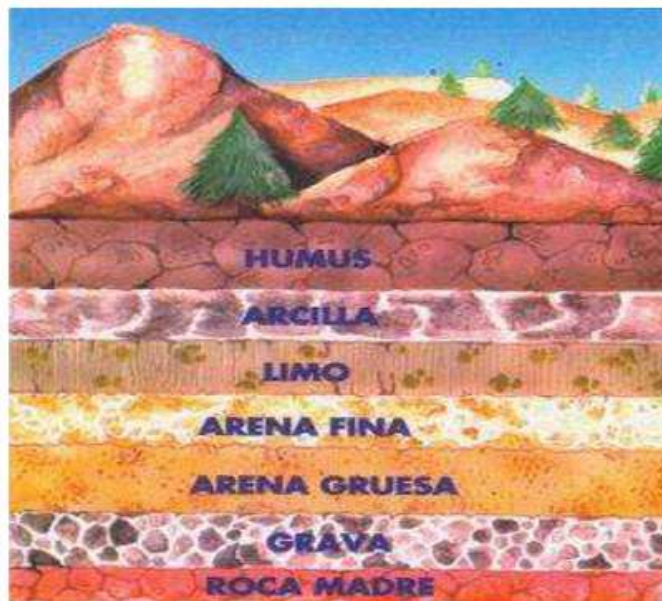


Figura 16. Tipos de suelos

Fuente: Portal estudio de suelos

1.8.2.1.3 Métodos

Se conoce como método a los diversos modelos de procesos que pueden emplearse en un trabajo determinado para atender los requerimientos de esta, es decir, a la naturaleza del fenómeno que se desea indagar (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

- Extracción de las fibras de Maguey



Figura 17. Extracción del maguey in situ

Fuente: Elaboración Propia

Antes de la elaboración de los adobes con la fibra de Maguey, fue seguido un proceso en la extracción de la fibra descrito en videos y artículos que a continuación se detallan. En primer lugar, se determinó el lugar en el que la planta crece de forma abundante y silvestre, siendo Sicuani el escogido. En segundo lugar, se llegó hasta la zona para la extracción de las hojas de maguey apoyados en machetes/cuchillos, haciendo cortes desde el inferior de la hoja. Tras esto. En este trabajo se recogieron 600 hojas de maguey aproximadamente. En tercer lugar, se retira la pulpa de la hoja con ayuda de rollizos de madera pequeños con los que se chancará la hoja sin que se dañen las fibras. En cuarto lugar, las hojas que se chancaron se colocan en un espacio plano siendo sujetadas por encima y frotándose de arriba hacia abajo con la ayuda de una regla de madera o metal, repitiendo ello expulsando la pulpa por todas las fibras. En quinto lugar, la parte de arriba es cortada dado que aún tiene pulpa, y se pone el resto en un envase con agua. Es necesario que se repitan todos los pasos para todas las hojas,

extrayendo la fibra y almacenándola en envases con agua para que así continúen con la expulsión de la savia que quede para luego lavarlas y dejarlas limpias (Florez & Limpe, 2019).

- Elaboración de adobes con fibra de Maguey

Se pasa a preparar el barro disponiendo de todos los materiales en las dosis previamente determinadas. Se utiliza una balanza digital con la que se pesan las cantidades de materiales necesarias para luego humedecer la tierra. Este proceso se lleva a cabo sobre una superficie en la que la humedad no varía de forma drástica. Se adiciona fibra de maguey y se pasa a combinar la mezcla con una pala aunque la mayoría del tiempo se realiza el proceso pisando la mezcla combinando uniformemente la mezcla. Luego se elaboran los adobes con la adobera (Florez & Limpe, 2019).

- Elaboración de adobe con incorporación de arena gruesa

Para el mezclado de barro se requiere de arena gruesa, buena tierra, paja de 5 cm de largo y agua. Se combinaron los materiales cerca del tendal (Condori & Solano, 2019) La tierra fue tamizada con una zaranda. Se necesitó de tierra limpia y sin piedras para elaborar el barro. Una vez que se acomodó la tierra en el suelo se le echó agua para la formación de barro.. Se dejó en reposo por un día (tiempo mínimo) y se elabora la mezcla acorde a las especificaciones pudiendo hacer uso de trigo, ichu, paja de caña, cebada. Mezcla de barro para hacer adobes (5 baldes de barro dormido, 1 balde de arena gruesa, 1 balde de paja de 5 cm de largo. ½ balde de agua), Por último, el barro con los pies o pala para poder tener una consistencia trabajable al momento de elaborar las unidades de adobe.

- Resistencia a compresión

De acuerdo con la NTP 399.613 (2017) se ha indicado que el valor de esfuerzo resistente en compresión se va a obtener del área de la sección transversal, siendo la resistencia final el valor que sobrepasa en 80% las piezas que se ensayaron.

- Rapidez inicial de absorción

Acorde a la (NTP 399.613, 2017) La finalidad de dicha prueba es que se conozca la capacidad de rapidez inicial de absorción de las muestras que se ensayarán al alcanzar un estado de saturación. Es decir, se tendrá un índice reflejo de la capacidad de rapidez inicial de absorción da agua de los especímenes con 24 horas de inmersión en agua.

1.8.2.1.4 Técnicas y Herramientas

Técnicas

- Producción de Maguey en el Perú

En el país es considerado un producto propio ya que se usa aquí desde tiempos prehispánicos, crece en terrenos arenosos, pedregosos y de baja productividad agrícola y es abundante en regiones de la sierra como Junín, Ayacucho, Huancavelica, Huánuco, Ancash y Cajamarca. También específicamente en ciudades cusqueñas como Moray, Lucre, Urubamba, Salinas, Huacarpay y Maras (Rivera, 2016). Es usado, usualmente, como cerco estableciendo linderos entre viviendas o como ornamento; sin embargo, puede incorporarse en sistemas agroforestales.

- Preparación de Especímenes

Para este proceso se recurre a la norma Diseño y Construcción con Tierra Reforzada (Ministerio de Vivienda C. y., 2017) donde se sugiere que se siga un conjunto de pasos en la preparación de los especímenes al obligarlos a diversas pruebas programadas, obteniendo las propiedades de resistencia a la compresión solicitadas para la presente investigación (Florez & Limpe, 2019).

- Unidades de Adobe

Al elaborar especímenes de unidades de adobe se llevaron a cabo las fases descritas a continuación:

- Dimensionamiento de los componentes de la unidad de adobe

Se considera lo señalado por el (Ministerio de Vivienda C. y., 2017) en el artículo 18 que señala que el bloque de adobe rectangular requiere un largo

igual o dos veces su ancho, asimismo su altura variará entre los 0.08 a 0.12m. Para que sea más fácil el manipular los especímenes, se asignaron los siguientes valores: 0.09 de alto, 0.13 de ancho, 0.25 m de largo cumpliendo lo estipulado (Florez & Limpe, 2019).

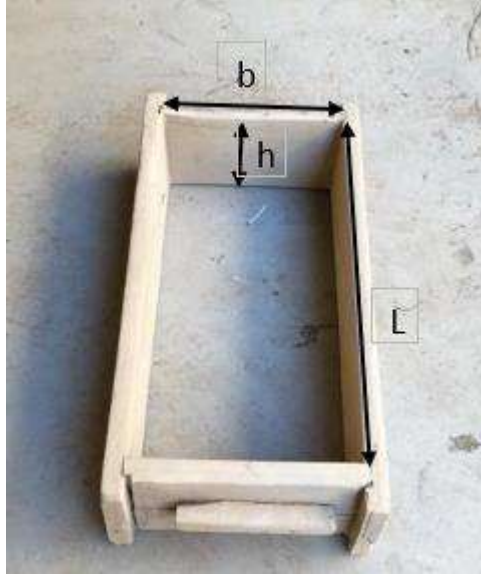


Figura 18. Molde para la elaboración del adobe

Fuente: Elaboración Propia

Además, se seleccionó la longitud de las fibras, la paja y la fibra de maguey; realizando para ello pruebas de trabajabilidad. Se eligió 0.10 m, como longitud debido a que colaboró en la manejabilidad al elaborar las unidades de adobes, y por la proporcionalidad de las dimensiones del adobe.

- Dosificación de los componentes para la preparación de barro.

Se hizo la dosificación considerando el número de especímenes que se necesitaron en las diversas pruebas que se habían programado, calculando 16 unidades de adobe en total distribuidas en 2 tipos muestras con % de fibra de maguey distintos (desde el 5% al 10%) conservando como base una mezcla con constantes % de paja, maguey, suelo, agua y arena. Se siguieron indicaciones de la norma (Ministerio de Vivienda C. y., 2017), calculando el peso de la tierra en seco necesario en kg con el peso determinado relativo de suelos y el volumen en m³ del total de adobes para cada tipo de muestra. También fue calculada la cantidad necesaria de paja y/o fibra de maguey para cada caso en % vinculado al peso seco del suelo y

este fue calculado respecto a la cantidad de humedad del suelo antes preparar el barro y tomando en consideración la cantidad máxima de agua a usarse (acorde a la Norma E.080 es 20% como máximo respecto al peso seco del suelo)) Se especifica la dosificación en la siguiente tabla (Florez & Limpe, 2019).

Tabla 11.

Dosificación al 2% de fibra de maguey y 24% de arena

Cuantificación para elaborar Adobes Tradicionales con Maguey y Arena									
Ensayos	Largo	Ancho	Alto	Cantidad de adobes	Vol Total	Vol. Tierra 40%	Vol. Agua 34%	Vol. Maguey 2%	Vol. Arena 24%
Compresión	0.450	0.215	0.120	3	0.03483	0.013932	0.0118422	0.0006966	0.0083592
Absorción	0.450	0.215	0.120	5	0.05805	0.02322	0.0197370	0.001161	0.013932
				Sub Total (m3)	0.09288	0.037152	0.0315792	0.0018576	0.0222912
				Desperdicios 3% (m3)	0.002786	0.00111456	0.00094738	0.000055728	0.00066874
				TOTAL (m3)	0.0957	0.0383	0.0325	0.0019	0.0230
Cantidad de material de acuerdo a la densidad real (Kg)==>						Tierra	Agua	Maguey	Arena
						83.23	32.53	0.60	59.03
Cantidad de material de acuerdo al rendimiento de la mezcla (Kg)==>						104.04	40.00	0.76	73.78

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12.

Dosificación al 4% de fibra de maguey y 22% de arena

Cuantificación para elaborar Adobes Tradicionales con Maguey y Arena									
Ensayos	Largo	Ancho	Alto	Cantidad de adobes	Vol. Total	Vol. Tierra 40%	Vol. Agua 34%	Vol. Maguey 4%	Vol. Arena 22%
Compresión	0.450	0.215	0.120	3	0.03483	0.013932	0.0118422	0.0013932	0.0076626
Absorción	0.450	0.215	0.120	5	0.05805	0.02322	0.019737	0.002322	0.012771
				Sub Total (m3)	0.09288	0.037152	0.0315792	0.0037152	0.0204336
				Desperdicios 3% (m3)	0.002786	0.00111456	0.00094738	0.000111456	0.00061301
				TOTAL (m3)	0.0957	0.0383	0.0325	0.0038	0.0210
Cantidad de material de acuerdo con la densidad real (Kg)==>						Tierra	Agua	Maguey	Arena
						83.23	32.53	1.21	54.11
Cantidad de material de acuerdo con el rendimiento de la mezcla (Kg)==>						104.04	40.00	1.52	67.63

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13.

Dosificación al 6% de fibra de maguey y 20% de arena

Cuantificación para elaborar Adobes Tradicionales con Maguey y Arena									
Ensayos	Largo	Ancho	Alto	Cantidad de adobes	Vol Total	Vol. Tierra 40%	Vol. Agua 34%	Vol. Maguey 6%	Vol. Arena 20%
Compresión	0.450	0.215	0.120	3	0.03483	0.013932	0.0118422	0.0020898	0.006966
Absorción	0.450	0.215	0.120	5	0.05805	0.02322	0.019737	0.003483	0.01161
				Sub Total (m3)	0.09288	0.037152	0.0315792	0.0055728	0.018576
				Desperdicios 3% (m3)	0.002786	0.00111456	0.00094738	0.000167184	0.00055728
				TOTAL (m3)	0.0957	0.0383	0.0325	0.0057	0.0191
	Cantidad de material de acuerdo a la densidad real (Kg)==>					Tierra	Agua	Maguey	Arena
						83.23	32.53	1.81	49.19
	Cantidad de material de acuerdo al rendimiento de la mezcla (Kg)==>					104.04	40.00	2.28	61.48

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14.

Dosificación al 8% de fibra de maguey y 14% de arena

Cuantificación para elaborar Adobes Tradicionales con Maguey y Arena									
Ensayos	Largo	Ancho	Alto	Cantidad de adobes	Vol Total	Vol. Tierra 40%	Vol. Agua 34%	Vol. Maguey 8%	Vol. Arena 14%
Compresión	0.450	0.215	0.120	3	0.03483	0.013932	0.0118422	0.0027864	0.0048762
Absorción	0.450	0.215	0.120	5	0.05805	0.02322	0.019737	0.004644	0.008127
				Sub Total (m3)	0.09288	0.037152	0.0315792	0.0074304	0.0130032
				Desperdicios 3% (m3)	0.002786	0.00111456	0.00094738	0.000222912	0.0003901
				TOTAL (m3)	0.0957	0.0383	0.0325	0.0077	0.0134
	Cantidad de material de acuerdo a la densidad real (Kg)==>					Tierra	Agua	Maguey	Arena
						83.23	32.53	2.41	34.43
	Cantidad de material de acuerdo al rendimiento de la mezcla (Kg)==>					104.04	40.00	3.04	43.04

Fuente: Elaboración propia

- Preparación del barro

Se preparó el barro al tener los materiales a disposición en las dosificaciones pertinentes. Se usó una balanza digital pesando la cantidad necesaria de suelo para las 4 clases de dosificaciones, procediendo luego a humedecer la tierra (sobre una superficie plástica evitando la variación de humedad) la combinación de la mezcla se hace con una pala volteando el conjunto de la mezcla y se pisa la mezcla casi toda la parte del proceso, dado que así es más fácil manejarla. Cuando esté uniforme se distribuye la fibra en 3 etapas y se continúa mezclando todo hasta tener nuevamente una mezcla pareja. Tras dejar en reposo la mezcla durante un día, se le debe proteger con plástico, evitando que pierda humedad (Florez & Limpe, 2019).



Figura 19. *Preparación del barro.*

Fuente: Elaboración propia

- Elaboración de unidades de adobe

Luego de un día de haber dejado dormir la mezcla, se hacen los adobes con apoyo de las adoberas para que las unidades tengan las medidas previamente determinadas. La adobera se sitúa en una superficie plana y sin elementos ajenos, teniendo ello se introduce en esta una cantidad de adobe y se sitúa en el molde uniformemente, la adobera se quita, limpiando los restos en ella y se humedece. Estos pasos se repiten para la fabricación de los adobes (Florez & Limpe, 2019).



Figura 20. Elaboración de unidades de Adobe.

Fuente: Elaboración propia

- Secado de las unidades de adobe



Figura 21. Secado de las unidades de adobe

F
Fuente: Elaboración propia

Se secaron los adobes en tendales de plástico y sobre un suelo nivelado durante 2 semanas más de lo que indica el (Ministerio de Vivienda C. y., 2017).

Herramientas

Para el ensayo se ha utilizado las siguientes herramientas, insumos y materiales:

- Tierra apropiada de la zona



Figura 22. Cantero

Fuente: Elaboración propia

- Agua



Figura 23. Agua para la mezcla de adobe

Fuente: Elaboración propia

- Machete



Figura 24. Machete para el corte del Maguey

Fuente: Elaboración propia

- Comba



Figura 25. Comba para el adobe

Fuente: Elaboración propia

- Lampa



Figura 26. Lampa para mezcla de materiales

Fuente: Elaboración propia

- Pico



Figura 27. Pico para extraer la tierra de la cantera

Fuente: Elaboración propia

- Baldes



Figura 28. Contenedor para el agua

Fuente: Elaboración propia

- Balanza



Figura 29. Balanza para pesar los diferentes materiales

Fuente: Elaboración propia

- Flexómetro



Figura 30. Flexómetro para medir las fibras

Fuente: Elaboración propia

- Badilejos



Figura 31. Badilejo para mezcla del adobe

Fuente: El diario de Carlos Paz.

- Zaranda de 5mm



Figura 32. Zaranda para la arena gruesa

Fuente: Elaboración propia

- Adobera de 21.5x12x45



Figura 33. Molde para elaborar adobe (adobera)

Fuente: Elaboración propia

1.8.2.1.5 Dimensiones

- **Características químicas de la fibra de maguey**

La forma en que se compone químicamente la fibra de maguey va a ser diferente en cada especie, dependiendo del suelo, clima, entre otros factores. No obstante, generalmente se halla celulosa, lignina, y hemicelulosa entre sus elementos principales, estas sirven de protección de las agresiones del exterior y para la transmisión de tensiones a las que el material se somete.

Tabla 15.

Componentes químicos de la fibra de maguey

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

Fuente: 1er Congreso Internacional de fibras Naturales, Antioquia – Colombia

- **Características mecánicas de la fibra de maguey**

Estas van a variar a causa de distintos factores que influenciarán el tipo de resistencia, no obstante, se señala que el número de celulosas será determinante en cuanto a resistencia mecánica y, acorde a ello se deducirán los valores de resistencia respecto a la composición química de la fibra.

Tabla 16.

Características mecánicas de la fibra de maguey

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

Fuente: 1er Congreso Internacional de fibras Naturales, Antioquia – Colombia

1.8.2.1.6 *Indicadores*

- **Cálculo de la rapidez inicial de absorción (succión)**

La rapidez inicial de absorción de las unidades de adobe se obtendrá, de acuerdo a la norma (NTP 399.613, 2017), de la siguiente manera.

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

Donde:

X = Diferencia de pesos corregida, sobre la base de 200 cm²

W = Diferencia de pesos del espécimen, g.

L = Longitud del espécimen, cm.

B= Ancho del espécimen, cm.

Finalmente se calcula el promedio de la rapidez inicial de absorción de todos los especímenes ensayados, con aproximación a 0.1% (NTP 399.613, 2017).

- **Cálculo del ensayo a la compresión**

La resistencia a compresión de las unidades de adobe se va a obtener dividiendo la carga máxima en el momento de falla y el área transversal del espécimen.

$$f_o = \frac{P_{m\acute{a}x}}{A}$$

Donde:

Fo = Resistencia a compresión (Kg/cm²)

Pmáx = Carga máxima aplicada en el momento de falla del adobe (Kg)

A = Área transversal (cm²)

Culminando los ensayos se debe proceder con la obtención de la resistencia a compresión para unidades de adobe (fo) después con su promedio y desviación estándar (sigma). La resistencia a compresión de la unidad de adobe característica (fo = fo-sigma) (Florez & Limpe, 2019).

1.8.2.1.7 Instrumentos

- **Máquina de Compresión Accu-Tek Touch Control PRO 250**

Este resulta en la carga aplicada vs desplazamiento vertical. Se llevaron a cabo los ensayos con una velocidad constante de 0.25 mm/min. Todas las unidades de adobe participaron en ensayos de resistencia a la compresión y de rapidez inicial de absorción (Florez & Limpe, 2019).

- **Balanza Electrónica 6000 g / 2 g**

La cual es usada para el pesaje de adobe antes y después del ensayo rapidez inicial de absorción.

- **Regla Metálica**

La cual es usada para medir el área de adobe donde se aplicará la carga y obtener los resultados de compresión.

- **Horno 30 °C / 300 ° C**

El cual es usado con el propósito de eliminar el exceso de humedad existente en los adobes para su posterior ensayo de rapidez inicial de absorción.

- **Cubeta Metálico**

Se llena con agua, se sumergen los bloques 5mm durante 10 min +- 2 min.

1.8.2.2. *Variable Dependiente*

1.8.2.2.1. *Resistencia a la compresión del adobe*

Los suelos S1 a S6 ofrecen resistencias a compresión simple superiores a 1 MPa (10 kp/cm²), y todos cuentan con más del 50% de arena. Asimismo, todos son suelos "SC" (Saroza, Rodriguez, Menéndez, & Barroso, 2008).

Partiendo de una perspectiva que prioriza el confort, este cuenta con muy buenas propiedades para construir. Se indica, en ese sentido:

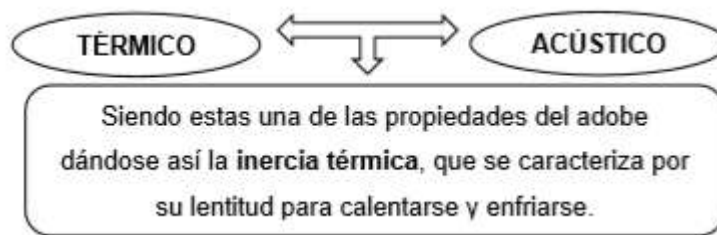


Figura 34. *Propiedades del adobe tradicional*

Fuente: (De la Peña, 2007)

Estas propiedades hacen que las casas con adobe sean cálidas en la noche, ya que los muros restituyen el calor por la radiación que acumularon a lo largo del día; de lado opuesto, son frescas en el día (De la Peña, 2007).

Las características más resaltantes del adobe son:

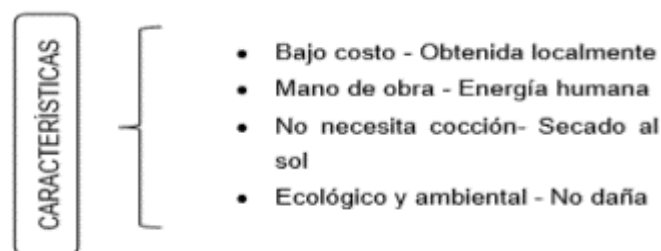


Figura 35. *Características importantes del adobe*

Fuente: (De la Peña, 2007)

1.8.2.2.2. *Capacidad de rapidez inicial de absorción*

Cuentan con esta propiedad que beneficia la absorción de un porcentaje de agua, y se mide con la permeabilidad de la unidad de albañilería, por lo general es escogida la porosidad y sus indicadores son:

- Potencial filtrado mediante la unidad de albañilería.
- Tendencia a desintegrar unidades húmedas al someterse a descongelación y congelación alternas.

- Una unidad de albañilería con poros no va a tener gran resistencia respecto a una unidad de albañilería densa, a la actuar de las cargas.

La rapidez inicial con que se absorbe depende de las diversas clases de materiales que se usaron. La rapidez máxima inicial con la que se absorbe el agua es medida teniendo de base la cantidad de agua contenida en una unidad de albañilería saturada a la cual se le considera impermeable.

La Norma (Ministerio de Vivienda C. y., 2017), no estipuló sobre ninguna clase de ensayo de rapidez inicial de absorción para los adobe; razón por la cual se trabajó bajo la (NTP 399.613, 2017) (prueba de rapidez inicial de absorción de los ladrillos), para que se conozca la capacidad de rapidez inicial de absorción en 1 minuto de las muestras bajo $24^{\circ}\text{C} \pm 8^{\circ}\text{C}$. Se usó, para ello bateas, balanza de 6kg, además, se hace uso de 5 especímenes.

Se siguieron estos pasos para el ensayo de rapidez inicial de absorción:

- 1. Secar las muestras al ambiente durante 2 semanas como mínimo
- 2. Ubicar las bateas lejos de la intemperie y sumergir individualmente a cada espécimen
- 3. Luego del secado, las muestras son pesadas y colocadas en sus bateas
- 4. Tras sumergir por 1 minuto las muestras, se extraen y se secan para volverlas a pesar in mediatamente.

1.8.2.2.3. *Teoría de la variable*

Propiedades de resistencia a la compresión y rapidez inicial de absorción de la unidad de adobe. Se mencionan a continuación las más representativas propiedades de la unidad de adobe y una tabla con los valores considerados aceptables por el (Ministerio de Vivienda C. y., 2017).

1.8.2.2.4. *Conceptos*

- **Rapidez inicial de absorción**

Según la (NTP 399.613, 2017), Se debe conocer la rapidez inicial de absorción inicial de las muestras que participarán en los ensayos al llegar a un estado de saturación. Es decir, se va a obtener un índice reflejo de la rapidez inicial de absorción da agua de los especímenes en un minuto. Además, la

Norma en cuestión añade en el apartado de Absorción sumergir el espécimen seco y enfriado, sin inmersión parcial previa, en agua limpia a 15.5°C hasta 30°C durante el tiempo indicado. Sacar el espécimen, limpiar el agua y pesarlo. Hacer esto con el total de especímenes en los primeros cinco minutos tras ser retirados del agua.

- **Resistencia a compresión**

De acuerdo con la mencionada norma, el valor de esfuerzo resistente en compresión se va a obtener teniendo de base al área de sección transversal siendo la última resistencia el valor que sobrepasa el 80% de las piezas que se ensayaron. La resistencia a compresión de la unidad supone la calidad de esta y no de la albañilería.

- **Resistencia a la tracción por flexión**

Según la Norma ASTM C – 67, se lleva a cabo en la máquina de compresión sobre una unidad entera, apoyándose en una luz y cargándose en el centro. El ensayo implica que se produzcan esfuerzos de tracción debido a las flexiones hasta que la unidad se rompa.

1.8.2.2.5. *Métodos*

- **Prueba de Control de Fisuras**

El componente que más importa en adobe y mortero es la arcilla. Esta provee de resistencia y cohesión, además, genera fisuras por contracción lo que puede ser controlado al añadir grandes cantidades de paja o arena gruesa (Vargas-Neumann, Blondet, & Ginocchio, 2008).

Las juntas de mortero son comunes en las zonas críticas del muro, ello debido a que la contracción por secado fisura el mortero lo que a su vez aminora la adherencia de los adobes y el mortero. Las fisuras estructurales reducirán significativamente la resistencia y rigidez de los muros incrementando el riesgo de colapso en sismos (Vargas-Neumann, Blondet, & Ginocchio, 2008).

La prueba de control de fisuras se basa en la preparación de 4 especímenes de prueba; a los morteros de cada espécimen se añadirá paja de forma progresiva determinando la proporción que controla las fisuras.

Tras una espera de dos días en los que se dejó secando los especímenes, se abren en el orden en el que se elaboraron y se observan las fisuras generadas. La proporción adecuada pertenece al que no presenta fisuras a la vista. Cabe mencionar que, si el suelo original de arcilla no tiene fisuras quiere decir que no hay necesidad de agregar paja dado que ya está equilibrado. (Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento, 2010).

1.8.2.2.6. *Técnicas y Herramientas*

- **Las viviendas construidas con adobe**

Las casas de adobe son construidas desde hace largo tiempo en Perú, sobre todo en los territorios donde los elementos de tierra y agua se consiguen fácilmente. No obstante, las innovaciones tecnológicas respecto a este insumo en construcción son distintas en cada región del territorio nacional y ello es a causa de la variedad de climas que se tienen características estructurales de las viviendas que hacen frente precisamente a fenómenos originados por la naturaleza (Rimac, 2016).

1.8.2.2.7. *Dimensiones*

Las dimensiones para la investigación son las proporciones de fibra de maguey, es decir las dosificaciones tanto de la fibra de maguey como de la arena gruesa.

1.8.2.2.8. *Indicadores*

- **Ventajas de una vivienda construida con adobe**

Las viviendas que se construyen con adobe tienen una ventaja económica dado que los materiales usados (suelo y agua) son accesibles y se extraen, además, de la misma zona donde se construye, ahorrando dinero y tiempo. Asimismo, se hablan de bajos costos ya que es fácil elaborar adobe, no se requiere de equipos ni procedimientos de gran complejidad. Cabe mencionar que estos hogares cuentan con gran acústica y son frescas en verano y cálidas en invierno, como ya se ha mencionado en párrafos anteriores. Estas construcciones suponen ingeniería sustentable, ya que el proceso para hacer el adobe es ecológico (no requiere ningún combustible, no se emite Co₂, es biodegradable) (Rivera, 2016).

- **Desventajas de una vivienda construida con adobe**

La mayor desventaja radica en el peligro de derrumbe ante desastres naturales, ello a causa de: 1. Estructura pesada; 2, resistencia baja, 3, frágil comportamiento. Cuando ocurre algún sismo severo, la fuerza sísmica cala en la estructura haciendo imposible que esta resista a tal violencia (Blondet, Garcia, & Brzev, 2003). Ocupan mucho espacio debido al espesor de sus muros. Además, este tipo de viviendas tienen un límite de 1 piso en zonas sísmicas 4 y 3, y hasta 2 pisos en zonas sísmicas 2 y 1. Se erosionan con facilidad debido al agua de lluvias. Tampoco se puede tener grandes ventanas lo que dificulta la luz al interior.

1.8.2.2.9. *Instrumentos*

- **El Adobe**

Se entiende como una unidad de tierra cruda, pudiendo esta mezclarse con paja y/o arena gruesa mejorando su durabilidad y resistencia (Ministerio de Vivienda C. y., 2017).

- **El Adobe Estabilizado**

El Reglamento Nacional de Edificaciones (2000) conceptualiza a este tipo de adobe como el que incorporó otros materiales (cal, cemento, asfalto, entre otros) para que se mejore su resistencia a la compresión y estabilidad ante la humedad (Ministerio de Vivienda C. y., 2017).

- **Tipos de Estabilización**

Se puede estabilizar el adobe de muchas maneras, por ejemplo, estabilización física (adicionando materiales variados), estabilización química (añadiendo aditivos distintos), mecánica (a través de la compactación) (AENOR, 2008).

1.8.2.3. Comparación de la resistencia a la tracción de las fibras naturales en el distrito de Llaullín

En el distrito de Llaullín, existen dos tipos de fibras naturales que son comúnmente usadas para la elaboración de los adobes tradicionales, los cuales son la paja de trigo y el ichu. Sin embargo, las construcciones con adobe tradicional son muy vulnerables a los efectos de los fenómenos naturales, tales como terremotos, lluvias e inundaciones; por lo que es necesario reforzar con fibra de maguey porque mejora significativamente en cuanto a la resistencia a la compresión (Florez & Limpe, 2019).

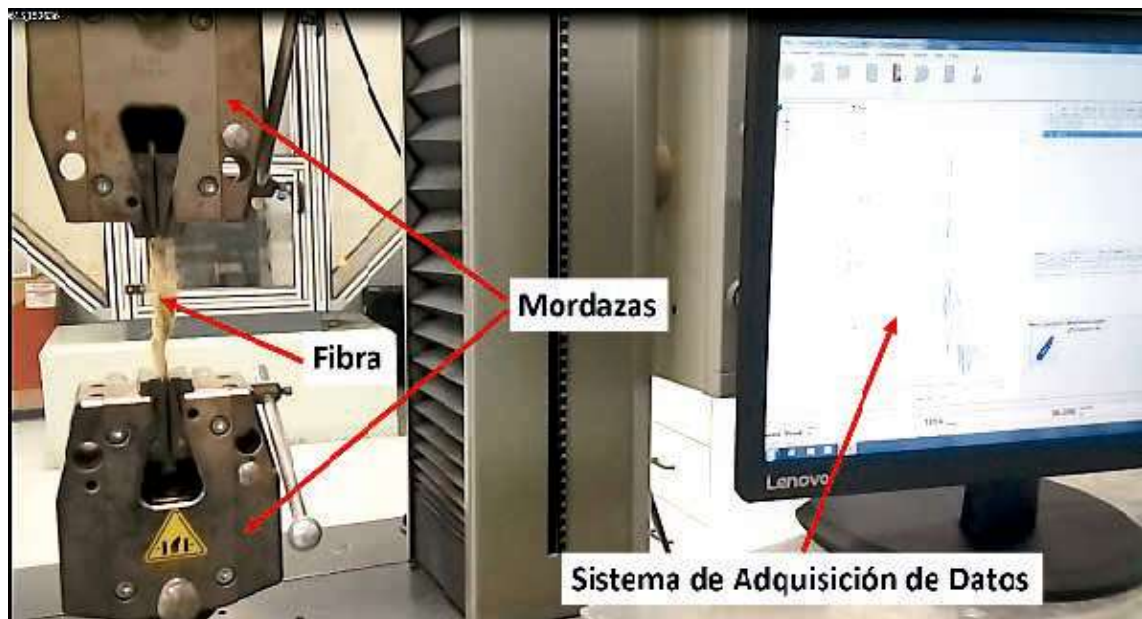


Figura 36. Ensayo de la resistencia a la tracción

Fuente: Investigación aplicada e innovación, (Nunura, Lecaros, & Delgado, 2018)

Tabla 17.

Resistencia a la tracción de las fibras naturales

Fibras	Estudio	Promedio	
		(Mpa)	(kg/cm ²)
Paja de trigo	(O'Dogherty, Huber, Dyson, & Marshall, 2002)	26.20	267.17
Ichu	(Nunura, Lecaros, & Delgado, 2018)	28.48	290.42
Maguey (agave mericano)	(Nunura, Lecaros, & Delgado, 2018)	140.20	1,429.64

Fuente: Elaboración Propia

1.8.3. Teorías Asociadas al Proyecto

1.8.3.1. *Marco Legal*

Para llevar a cabo esta propuesta para mejorar la Norma de adobe peruana se necesitó analizar las siete fuentes más relevantes. A continuación, los resúmenes:

La Normativa nacional de adobe, compuesta por la Norma Técnica de Edificaciones (Ministerio de Vivienda C. y., 2017), el Manual de construcción para edificaciones antisísmicas de adobe y las tres Normas Técnicas Peruanas del adobe estabilizado con asfalto, estas últimas no son tomadas en cuenta dado que contienen datos fuera del alcance de la presente. Esta normativa analiza el comportamiento del adobe simple, estabilizado y reforzado, pero, además, hace el establecimiento de lo que se requiere al diseñar casas de adobe como resistencia al corte, esfuerzos admisibles a la compresión, preparación de ladrillos de adobe, indicaciones generales de ensayos, tipos de mortero, comportamientos sísmicos y zonificación sísmica, sistema estructural.

No obstante, lo que más resalta de los artículos de la NTE 080 es la información técnica para manejar adecuadamente el adobe y el diseño de casa con este. Sobre todo, el artículo 5 que tiene el análisis sísmico sobre viviendas de adobe.

1.8.3.2. *Procedimientos*

1.8.3.2.1. *Adobe Tradicional*

- **Características del Adobe Tradicional**

Lo ideal es que este adobe se conforme de agua, limo, arena y arcilla; a causa de que se pierde agua cuando el adobe se seca, este pierde estabilidad y son vulnerables a lluvias, erosiones, etc. Por ello, requieren protección de un techo (Arce & Arodriguez, 2014). La literatura indica lo siguiente:

- Usar adobe al construir genera inercia térmica, ya que regula la temperatura.
- Secar el adobe en el sobre, la contracción aminora.

- **Fabricar Adobe Tradicional**

Naciones como Perú, y de forma específica en los andes, los pobladores están acostumbrados a crear sus propios adobes con los que, a su vez, crearán sus viviendas. El proceso no ha tenido grandes cambios a lo largo de los años. Se inicia extrayendo la tierra a la cual se le quita las impurezas de forma manual, luego se combina con fibras naturales como la paja y agua para la masa de barro evitando fisuras al estar secas.

Luego de ello, se espera a que la mezcla repose durante 1 día como mínimo. El producto es vaciado en una explanada con paja, introduciendo la masa de barro en un molde de madera húmeda llamada adobera para y después son desmoldados, Tras 24 horas sin estar secos lo suficiente, se ponen los adobes en posición de canto oreándose por ambos lados, debe quedarse al sol alrededor de 25 a 30 días. El secado debe ser controlado, pero lento evitando fisuras. Las dimensiones adecuadas serán las que el operador pueda manipular con comodidad, pero puede variar y ello depende de la zona. Las publicaciones técnicas aconsejan un conjunto de pruebas y procesos, no obstante, el poblador de Llacllín tiene procesos sencillos y accesibles. A continuación, se detallan las etapas:

Selección de la Tierra Adecuada

Se usa, por lo general, materiales del lugar en el que se encuentre, no obstante, para que los adobes sean de calidad, se debe buscar un buen suelo. Para ello, se hace la prueba de rollito, botella, bolilla, etc. Estas dan seguridad respecto al suelo que se elige y dirigen el proceso de elaboración de adobes.

Es preciso que se elimine la materia orgánica en el suelo escogido para los adobes, dado que aumenta la contracción y aminora su resistencia creando vacíos al descomponerse. Suele usarse la tierra de terrenos de cultivo, con temor a que materia orgánica sea introducida; es por esta razón que debe quitarse la capa superflua y usar, en cambio, capas de mayor profundidad (70cm de la superficie por lo menos).

Preparación del Barro



Figura 37. Preparación de la mezcla

Fuente: Elaboración Propia

Cuando ya se tenga la selección de la tierra para elaborar adobes, esta debe humedecerse de forma total y se hace al mezclar con agua. Tras ello, dejar reposar por un día o dos, dando tiempo a que el agua se impregne en los grumos de arcilla.

Mezclado

El suelo que se seleccionó es remojado, luego, se retiran las piedras y otros objetos ajenos. Se agrega de a pocos el agua, mezclando con lampas y pisado con fuerza, se va agregando paja para controlar las fisuras (Rivera, 2016).



Figura 38. Mezclado de materiales.

Fuente: Elaboración Propia

Moldes de Adobe

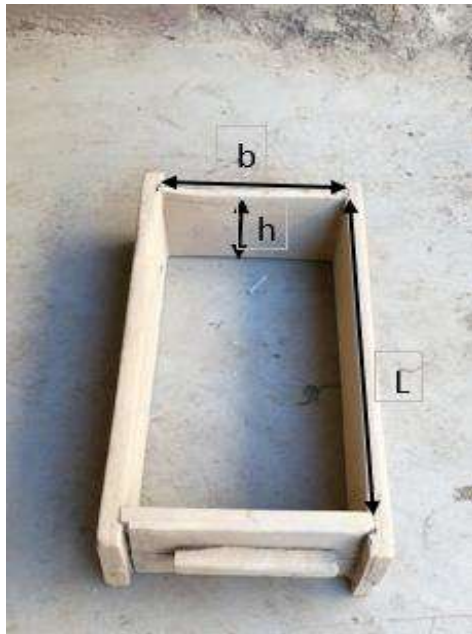


Figura 39. Molde para las unidades de adobe

Fuente: Elaboración Propia

Se usan las adoberas al elaborar los adobes; estos tienen medidas distintas que van a depender de cómo se les ubique geográficamente. Por ejemplo, en Llaullín es usual que se tengan adobes de entre 40 cm y 50 cm. Cada que se termine de usar, la adobera debe limpiarse con agua evitando que el barro se pegue deformando el molde.

Tabla 18.

Dimensiones del molde para la investigación

Dimensiones		
b	0.215	m
h	0.120	m
L	0.450	m

Fuente: Elaboración Propia

Tendal

Es necesaria un área para secar adobes, la cual se llama tendal. Esta requiere ser nivelada, limpia y extensa lo suficiente para que se abarque el material por algunos días. Suele ocurrir, en ciertas zonas de la sierra, que se colocan capas de paja en los tendales, en tanto, en la costa se usan de arena, ello para evitar que se adhieran elementos extraños.

Secado del Adobe

El secado va a depender del clima, así se puede demorar entre 2 hasta 4 semanas. Se secarán en los primeros días, si está en un clima caluroso, pero debe ser bajo sombra para evitar agrietamientos. Luego de un día, son colocados los adobes en canto, de tal forma que sequen rápida y uniformemente.



Figura 40. Secado del adobe en la intemperie.

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

2.1 Enfoque Cuantitativo

La metodología es de enfoque cuantitativo, ya que las variables de la presente se someten a ser recolectadas, medidas y analizadas (Danae, 2008), con el objetivo de que se generen patrones en las conductas de la adición de fibra de maguey en las propiedades de resistencia a la compresión y rapidez inicial de absorción de las unidades de adobe incorporadas con arena gruesa y fibra de maguey.

2.2 Alcance Descriptivo

El alcance del presente estudio es el descriptivo, porque se tiene como finalidad que se especifiquen las propiedades y características relevantes en los fenómenos por investigar, indicando a detalle cómo son y cómo se manifiestan. Exclusivamente se busca reunir información o medir las variables y conceptos adheridos a estas. Partiendo de una óptica científica, describir es medir, por ende, son elegidas variables para medirlas individualmente y describir la problemática del estudio (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

Se van a medir, en la presente, propiedades de resistencia a la compresión y rapidez inicial de absorción del adobe estabilizado con fibras de maguey y arena gruesa en diversas dosis, se van a describir los cambios que dichas propiedades tendrían al ser aplicadas en dosis de fibras y arena.

A través de ensayos se va a evaluar si las fibras van a hacer que varíen las propiedades del adobe, de tal manera que se conocerá si es factible que se obtengan adobes estables partiendo de dicha tecnología de estabilización.

2.3 Alcance Explicativo

El nivel es explicativo, ya que está encargado de buscar la razón de los hechos con relación a la causa-efecto. Determinando las causas que dan inicio a un fenómeno. Mediante la prueba de la hipótesis, se pueden ocupar de determinar causas y efectos (Yanez, 2018).

2.4 Población y Muestra

La población objetiva es el grupo de todas las viviendas de adobe del distrito de Llaullín, Departamento de Ancash, la cual es definida por Lepkowski (2008) citado por (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). De acuerdo con la Norma Técnica Peruana (NTP 399.613,

2017) son 3 adobes de adobe para resistencia a la compresión y 5 para rapidez inicial de absorción. La cantidad de unidades están compuestas por 40 adobes en total.

Tabla 19.

Descripción de muestras de estudio

		Resistencia a la	Rapidez Inicial de	Sub Total
		Compresión	Absorción	
Muestra Patrón	M-0	3	5	8
	M-1	3	5	8
Muestras de Prueba	M-2	3	5	8
	M-3	3	5	8
	M-4	3	5	8
	Cantidad total de adobes			40

Fuente: Elaboración Propia

NOTA: Muestra Patrón (M-0): Consiste usar los materiales que usan tradicionalmente para elaborar un adobe.

Muestras de Prueba (M-"n"): Son las muestras experimentales donde varían la fibra de maguey y la arena gruesa.

Los mismos que de acuerdo con la recomendación Norma E.080 "Diseño y Construcción con Tierra Reforzada" (2017) (E080, 2006), tenemos.

Tabla 20.

Dosificaciones de las muestras de estudio

Muestras	Volumen de Tierra	Volumen de Agua	Volumen de Maguey	Volumen de Arena	Volumen de Paja	Cantidad de Adobes	
						Resistencia a la Compresión	Rapidez Inicial de Absorción
M-0	53%	35%	0%	0%	12%	3	5
M-1	40%	34%	2%	24%	0%	3	5
M-2	40%	34%	4%	22%	0%	3	5
M-3	40%	34%	6%	20%	0%	3	5
M-4	40%	34%	8%	14%	0%	3	5
Total						15	25

Fuente: Elaboración Propia

Asimismo, para realizar ensayos a la resistencia a compresión, la (NTP 399.613, 2017) recomienda realizar los ensayos con la altura y el ancho total de la unidad de adobe original y longitud igual a la mitad de la longitud total de la unidad ± 25 mm, haciendo una cantidad de cinco (05) especímenes. Y en cuanto a ensayos de rapidez inicial de absorción se debe

ensayar cinco (05) especímenes (adobes) de tamaño normal; es decir, sin realizar divisiones. En ese sentido, se tiene la siguiente cantidad de especímenes para realizar los ensayos correspondientes.

Tabla 21.

Cantidad de especímenes para los ensayos

		Resistencia a la Compresión	Rapidez Inicial de Absorción	Sub Total
Muestra Patrón	M-0	5	5	10
	M-1	5	5	10
Muestras de Prueba	M-2	5	5	10
	M-3	5	5	10
	M-4	5	5	10
	Cantidad total de especímenes			50

Fuente: Elaboración Propia

NOTA: Muestra Patrón (M-0): Consiste usar los materiales que usan tradicionalmente para elaborar un adobe.

Muestras de Prueba (M-“n”): Son las muestras experimentales donde varían la fibra de maguey y la arena gruesa.

2.5 Método

2.5.1 Nivel de Investigación

El presente trabajo de investigación es de nivel cuasi experimental debido a que se está estudiando un material nuevo de incorporación en las unidades de adobe para el proceso constructivo de los muros de las viviendas en el distrito de Llaullín, departamento de Ancash. Un material nuevo e innovador en el área de los refuerzos para optimizar la resistencia sísmica.

Se ha trabajado utilizando una muestra no aleatoria de 40 adobes la cual fue establecida por conveniencia bajo el criterio de la Norma (E080, 2006) emitida por el Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento y la Norma Técnica Peruana (NTP 399.613, 2017).

2.5.2 Diseño de Investigación

El diseño de investigación en la presente tesis es transversal dado que este tipo se define como el diseño de una investigación observacional, individual, que va a medir una o

más características (variables), en un determinado momento. El estudio transversal otorga estimaciones de prevalencia en distintos grupos (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). Para este trabajo, se dice que es transversal por qué se va a medir muestra patrón, arena gruesa y fibra de maguey, reglamentos, artículos científicos, etc. Debido al contraste que se lleva a cabo entre las propiedades de resistencia a la compresión y rapidez inicial de absorción de las unidades de adobe con incorporación de arena y fibra de maguey. Se va a manipular la cantidad de fibra de maguey (variable independiente) en porcentajes determinados respecto al peso seco del suelo, asimismo se van a mantener constante las proporciones del suelo, agua y un porcentaje de paja; se determinan las influencias de la cantidad de fibra de maguey que tiene en las propiedades de resistencia a la compresión y rapidez inicial de absorción de unidades de adobe (Variable dependiente); esto se realiza con el propósito de observar los resultados de las diferentes generadas por la variable independiente. Este diseño está caracterizado por manipular de forma intencional las variables independientes o causas que le anteceden, para la evaluación de los efectos que dicha manipulación pueda tener en una o más variables dependientes o efectos consecuentes (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

2.5.3 Variables de Estudio

- Variable Independiente

Se va a evaluar su capacidad por influir o no a otras variables. Se le llama de esa forma ya que no dependerá de un agente externo para existir, sino que es la propiedad causante del fenómeno que se estudia (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

- Incorporación de arena gruesa y fibra de maguey

- Variable Dependiente

Refiere a las modificaciones que sufren los sujetos producto de haber manipulado la variable independiente. Es decir, es aquello que depende de un ente externo para cambiar (Hernández, et al. 2014).

Propiedad o característica que se trata de cambiar mediante la manipulación de la variable independiente.

Propiedades de resistencia a la compresión y rapidez inicial de absorción de las piezas de adobe para viviendas

2.6 Técnicas e Instrumentos de Recolección y Análisis de datos

Se denomina técnicas y herramientas al grupo de procesos e instrumentos que se usan para recabar la información y conocimiento. Acorde a los protocolos determinados en cada metodología es que se usan las técnicas e instrumentos. Además, estos procedimientos deben estar disponibles para el investigador, permitiéndole, como ya se mencionó, alcanzar la obtención de data importante (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

2.6.1 Técnica

La recolección de datos para la investigación consiste en revisar las fuentes bibliográficas, es decir para tener un buen soporte en el desarrollo de la propuesta de mejora del proceso constructivo de muros de adobe con arena y fibra de maguey para optimizar la resistencia sísmica en las edificaciones del distrito de Llaullín-Áncash.

Por consiguiente, los datos son recogidos de forma experimental, es decir con el soporte de los ensayos de laboratorio. A fin de obtener los datos del comportamiento mecánico del muro de adobe con refuerzo de arena y fibra de maguey en el distrito de Llaullín-Ancash.

2.6.2 Instrumentos

Se conoce instrumento como lo que usa el autor de la investigación para el registro de datos respecto a las variables. Es donde se registran los datos que se observaron o que presentaron las variables (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

Los instrumentos utilizados son la (Ministerio de Vivienda C. y., 2017) (Diseño y Construcción con Tierra Reforzada). Así como también las fuentes bibliográficas que dan soporte a la propuesta de mejora. Es importante mencionar los equipos y diferentes máquinas necesarias para analizar las propiedades y características de los materiales para la preparación de la mezcla de adobe con la incorporación de arena y fibra de maguey haciendo uso de tamices, balanzas, martillo de goma, horno, taras, palas, comba, carretilla, bolsas de yute, flexómetro, etc.

2.6.3 Materiales, instrumentos y métodos.

Ya que el diseño de la investigación es cuasi -experimental y la metodología exploratoria es necesario procesar la toma de data mediante fórmulas matemáticas como es el caso de los ensayos de granulometría, también es necesario e importante hacer uso del software IBM SPSS Statistics para procesar la data. A fin de dar confiabilidad de data se trabaja el

diseño de mezcla también con el software Microsoft Excel (Castañeda, Cabrera, & Navarro, 2010). Finalmente, para la obtención de gráficas, figuras y el análisis se realiza mediante la comparación de resultados que se obtiene de cada prototipo de las unidades de adobe con la incorporación de arena con fibra de maguey tomando en consideración la utilización de instrumento de recolección de datos, el cual se encuentra en anexos.

2.6.4 Procedimiento

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se realiza varios ensayos a fin de identificar el tipo de suelo, características y los diversos ensayos destructivos y succión de compresión y absorción respectivamente.

2.6.4.1 Desarrollo de Objetivos

2.6.4.1.1. Objetivo General

Describir cómo la incorporación de arena gruesa y fibra de maguey impacta en las propiedades de resistencia a la compresión y rapidez inicial de absorción de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llaullín-Ancash.

El trabajo de investigación es del tipo experimental, por ello se realizaron ensayos de laboratorio al adobe con incorporación de arena gruesa y fibra de maguey con el fin de determinar el impacto en las propiedades de resistencia a la compresión y rapidez inicial de absorción de las piezas de adobe para viviendas en Llaullín y así comprobar si cumplen los estándares establecidos en las normas empleadas en este capítulo.

Procedimiento

En la presente, se obtuvo información que se desagrega en etapas diversas. Ello hizo más sencillo el que se desarrollen las actividades pertinentes para la determinación del impacto causado tras incorporar la arena y fibra de maguey (2%, 4%, 6% y 8%).

- Reconocimiento de la zona de estudio

En esta etapa se eligió la cantera en una zona tradicional donde en su mayoría los pobladores de la zona acuden a extraer el material para la elaboración del

adobe tradicional, los cuales cumplieron con los parámetros de la norma para la elaboración de adobes.

Se hicieron los ensayos de suelos en el laboratorio Vicat SOLUCIONES EFECTIVAS-SECTOR CONSTRUCCIÓN (Contenido de humedad, análisis granulométrico, límite de consistencia), los datos correspondientes se encuentran en los protocolos ubicados en Anexos, para la clasificación de la tierra, dicha actividad se realizó en compañía de los asistentes técnicos de laboratorio.

Granulometría

- Equipos
 - a. 1 Báscula con precisión de +/- 0.01 g. para pesar material que pase del tamiz N°10(2mm)
 - b. 1 Báscula con sensibilidad de 0.1% del peso de la muestra, para pesar materiales retenidos en el tamiz N°10 (2mm)
 - c. Tamices de malla cuadrada: 3", 2", 1 ½", 1", ¾", 3/8", N°4, N°10, N°20, N°40, N°60, N°100, N°140, N°200.
 - d. Horno de capacidad 110 +/- 5°
 - e. Recipientes para manejar y secar muestras
 - f. Cepillo y brocha para limpieza de tamices

- Procedimiento
 - a. Toma de muestra representativa para la ejecución del ensayo.
 - b. Llevar la muestra al horno y anotar su peso seco.
 - c. Lavar la muestra por la malla N°200, de modo que no se perderán partículas mayores a 0,074 mm
 - d. Secar nuevamente la muestra lavada en el horno por 24 horas. Luego de enfriarse, se vuelve a pesar la muestra.
 - e. Colocar las mallas de forma ordenada. Colocar el tamiz fondo en la parte inferior y luego los siguientes tamices malla, en tamaño de forma

ascendente. Luego vaciar la muestra en la malla superior (de mayor abertura). Por último, colocar el tamiz tapa.

- f. Sacudir horizontalmente los tamices por el espacio de 10 a 15 min.
- g. Proceder a pesar el contenido retenido por cada malla.
- h. Anotar los datos en el cuadro de informe, a fin de realizar los cálculos correspondientes.
- i. Analizar los datos obtenidos para clasificar el tipo de suelo.

Tabla 22.

Granulometría del material seleccionado para la investigación

j. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, ASTM D6913		
TAMIZ	ABERTURA mm	PORCENTAJE QUE PASA
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1 1/2"	38.100	100.0
1"	25.400	100.0
3/4"	19.000	100.0
3/8"	9.500	98.9
4	4.750	89.2
10	2.000	68.8
20	0.840	40.8
40	0.425	25.9
60	0.250	16.8
100	0.150	11.0
140	0.106	8.4
200	0.075	4.8

Fuente: Elaboración propia (NTP 399.613, 2017)

Contenido de Humedad

- Equipos
 - a. 1 horno de secado de capacidad 110 +/- 5 °C.
 - b. 1 báscula de precisión 1.0 g
 - c. Recipientes de acero inoxidable, debido a su resistencia a la corrosión.
 - d. Utensilios para manipulación de recipientes con alta temperatura.
 - e. Cuchillos, espátulas, divisores de muestras.

- Procedimiento
 - a. La toma de muestra, según la norma ASTM D-4220. La muestra debe ser correctamente almacenada y transportada, el análisis de contenido de humedad debe ser realizado lo más pronto posible después de haberse tomado la muestra.
 - b. Determinar y registrar la masa del recipiente contenedor.
 - c. Colocar el espécimen de ensayo húmedo en el recipiente y pesarlo.
 - d. Colocar el recipiente con el contenido de espécimen en el horno a 110 +/- 5°C. Secar el material hasta alcanzar una masa constante, el tiempo va a variar dependiendo del tamaño de espécimen o tipo de material.
 - e. Luego que el material se haya secado, dejar enfriar a temperatura ambiente.
 - f. Determinar el peso del recipiente con el material seco.
 - g. Calcular el contenido de humedad utilizando las fórmulas correspondientes

Tabla 23.

Contenido de humedad del suelo

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Contenido de humedad (%)	8.9
Método de secado	Horno a 110 +/-5°C
Método de reporte	"B"
Materiales excluidos	Ninguno

Fuente: Elaboración propia (NTP 399.613, 2017)

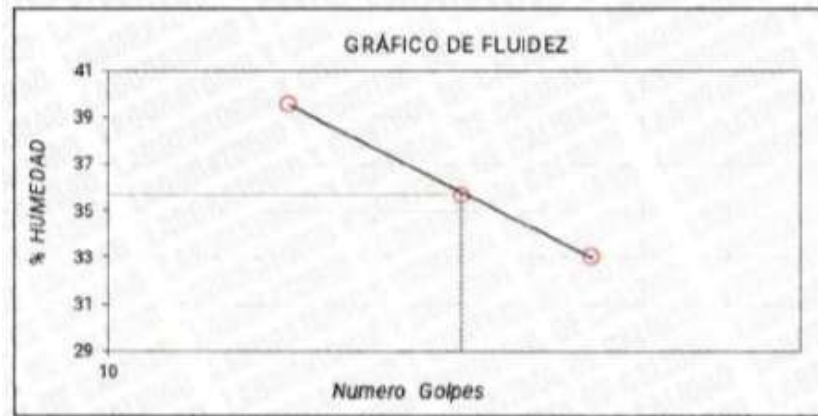


Figura 41. Contenido de Humedad vs Número de Golpes.

Fuente: Elaboración propia (NTP 399.613, 2017)

Límite de Consistencia

- Equipos para Límite Líquido
 - a. 1 báscula con precisión de 0.1 % g
 - b. 1 horno con capacidad de 110 °C
 - c. Aparato de límite líquido (o de Casagrande)
 - d. 1 vasija de porcelana de 115 mm de diámetro
 - e. 1 espátula de 75 mm a 100 mm de largo y 20 mm de ancho.
 - f. Recipientes de acero inoxidable, resistentes a la corrosión.
 - g. Cápsula de porcelana.

- Procedimiento para el Límite Líquido
 - a. Tomar una muestra que pese entre 15 a 200 g de material mezclado, que pase del tamiz N.º40.
 - b. Verificar que la altura de la máquina del límite líquido sea de 1 cm.
 - c. Colocar 250 g de suelo en un recipiente de porcelana, añadir una pequeña cantidad de agua y mezclar hasta quedar uniforme y homogénea con apariencia cremosa.
 - d. Tomar 20 g de muestra aproximadamente para determinar el límite plástico en otro procedimiento.

- e. Quitar la cazuela de bronce del aparato de límite líquido y colocar dentro de la cazuela una cantidad mínima de suelo.
- f. Emparejar la superficie de la pasta de suelo cuidadosamente. Hacer una ranura clara y recta, tal que separe completamente la masa de suelo en dos partes.
- g. Después de hacer la ranura, se debe retomar la cazuela a su sitio del aparato y hacer el conteo de golpes.

Tomar la muestra de 40 g aproximadamente para medir el contenido de humedad

- Equipos para el Límite Plástico
 - a. Espátula, hoja flexible, 75 a 10mm de longitud, 20mm de ancho.- Recipiente de almacenaje a 100 ± 5 °C
 - b. Balanza, aproximación a 0.1g.
 - c. Horno o estufa termostáticamente controlado regulable a 110 ± 5 °C
 - d. Tamiz de 426 (N°40)
 - e. Agua destilada
 - f. Vidrios de reloj o recipientes adecuados para determinación de humedades
 - g. Superficie de rodadura

- Procedimiento para Límite Plástico
 - a. La mitad de la muestra es moldeada como elipse y luego rodada con los dedos sobre un espacio plano, con presión adecuada para generar cilindros.
 - b. Si no se desmoronó antes de llegar a un diámetro de 3.2 mm (1/8"), se vuelve a hacer un elipsoide y a repetir el proceso.
La pieza se puede desmoronar de distintas formas, en distintos suelos:
 - En aquellos muy plásticos, el cilindro se divide en trozos de 6 mm de longitud aproximadamente, mientras que en suelos plásticos son trozos más pequeños.

- La porción que se obtiene es colocada en vidrios de reloj o pesa filtros tarados, son necesarios unos 6 g de suelo para determinar luego la humedad acorde con la guía de Determinación del contenido de humedad.
- El proceso señalado se repite con el resto de la masa.

Tabla 24.

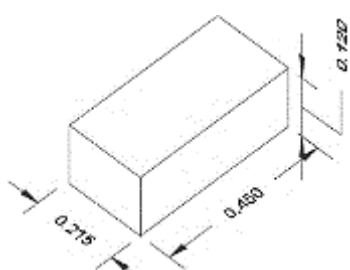
Límite líquido y límite plástico

LÍMITE DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
Límite líquido	48
Límite plástico	19
Índice de plasticidad	29
Método de ensayo de límite líquido	Multipunto

Fuente: Elaboración propia (NTP 399.613, 2017)

Tabla 25.

Resultado de los ensayos de resistencia a la compresión

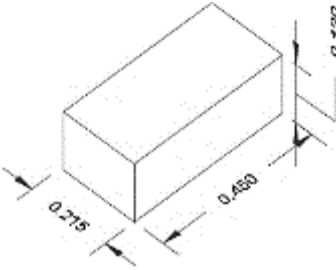
Prueba de resistencia a la compresión del adobe (tierra negra)									
Unidad de adobe	Cantidad de especímenes	Resultados (kg/cm ²)					Promedio (kg/cm ²)		
M-0: Patrón, M-"n": Pruebas									
	M-0	5	12.10	13.40	13.10	12.80	12.85	12.85	
	M-1	5	9.50	10.20	9.80	10.00	10.60	10.02	
	M-2	5	13.80	13.60	14.10	13.90	14.40	13.96	
	M-3	5	13.90	15.19	16.03	15.10	14.95	15.03	
	M-4	5	15.20	15.50	15.30	14.90	15.30	15.24	

Fuente: Elaboración Propia

Nota: La norma (NTP 399.613, 2017) recomienda realizar los ensayos con la altura y el ancho total de la unidad de adobe original, y longitud igual a la mitad de la longitud total de la unidad ± 25 mm.

Tabla 26.

Resultado de los ensayos de rapidez inicial de absorción

Prueba de rapidez inicial de absorción del adobe (tierra negra)								
Unidad de adobe	Cantidad de especímenes	Resultados (g/min/200 cm ²)					Promedio (g/min/200 cm ²)	
M-0: Patrón, M-"n": Pruebas								
	M-0	5	42.65	41.75	39.25	43.11	43.11	41.97
	M-1	5	10.44	10.89	9.76	10.89	9.08	10.21
	M-2	5	13.39	11.80	12.02	12.25	12.93	12.48
	M-3	5	15.66	17.24	15.66	15.43	15.43	15.88
	M-4	5	18.46	19.87	19.78	20.78	18.87	19.55

Fuente: Elaboración Propia

Nota: De acuerdo con la (NTP 399.613, 2017) se debe ensayar cinco especímenes (adobes) enteros.

2.6.4.1.2. *Objetivos Específicos*

Describir cómo la incorporación de arena gruesa y fibra de maguey impacta en la resistencia a la compresión de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llaclín-Ancash.

El estudio se ha llevado a cabo en Llaclín-provincia de Recuay- región Ancash a continuación, se procede a explicitar los procedimientos desarrollados.

Para determinar el impacto en la resistencia a la compresión de las piezas de adobe con la adición de arena gruesa y fibra de maguey, se llevaron a cabo ensayos de compresión para obtener los esfuerzos admisibles de diseño, se tomarán en consideración la variabilidad de los materiales por usar. Para fines de diseño se considerará el siguiente esfuerzo mínimo:

Resistencia a la compresión de la unidad (Esfuerzo mínimo) de acuerdo con la norma (Ministerio de Vivienda C. y., 2017).

$$f_o = 10.2 \text{ Kg/cm}^2$$

Ensayo de compresión: Se debe cumplir con el promedio de las 4 mejores muestras, sea igual o mayor a la resistencia última indicada, después de 28 días

de secado unidades de adobe con incorporación de arena gruesa y fibra de maguey de 2. %, 4%, 6 % y 8 % del volumen del adobe.

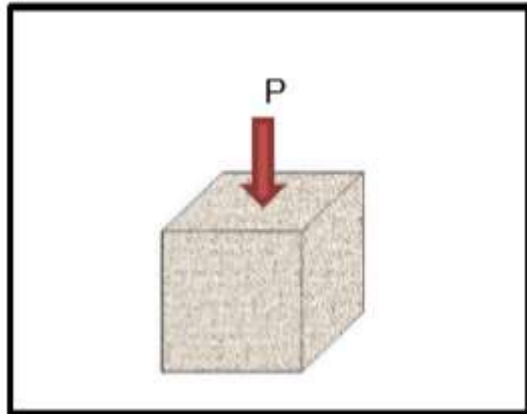


Figura 42. Ensayo a compresión

Fuente: Elaboración Propia

Es evidente que la incorporación de arena gruesa y fibra de maguey mejora el comportamiento en la resistencia a la compresión en las unidades de adobe para la tierra negra utilizada en los diferentes especímenes, en las Tablas N.º “21” y “22” se muestra los resultados obtenidos en laboratorio según la norma (NTP 399.613, 2017).

Ensayo de resistencia a la compresión de adobes

- Materiales
 - Espécimen de ensayo
 - Azufre y arcilla
 - Moldes
 - Máquina de ensayo a la compresión
- Procedimiento
 - ✓ Se ensayará con unidades obtenidas por el método de corte que produzca un espécimen con extremo aproximadamente plano y paralelo, sin rajaduras.



Figura 43. Corte de las unidades de adobe para ensayo de resistencia a la compresión

Fuente: Elaboración propia



Figura 44. Unidad de adobe dividido en dos partes para ensayo de resistencia a la compresión

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Utilizar una mezcla que contenga de 40 a 60% de azufre y el resto de tierra de arcilla. Calentar la mezcla de azufre hasta llegar a tener una mezcla fluida por un periodo de tiempo que permita ser refrentada con el espécimen, luego pasará a enfriarse nuevamente. Ello se hará en un molde de 6 mm de profundidad, se vacía la mezcla fluida de azufre en dicho molde y rápidamente se coloca el espécimen de manera vertical y perpendicular a la superficie del molde. Mantener la posición hasta que se complete la solidificación de la mezcla de azufre.



Figura 45. Refrentado del espécimen

Fuente: Elaboración propia



Figura 46. Enfriado de los especímenes por dos horas

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Ensayar los especímenes, la carga debe estar aplicada en dirección perpendicular a la superficie de asiento del adobe.
- ✓ El bloque debe estar posicionado de tal manera que tenga libertad de girar en cualquier dirección. Las superficies deben ser planas.

- ✓ Aplicar la carga hasta la mitad de la máxima esperada. Los controles de la máquina deben ajustarse para que la carga remanente se aplique con velocidad homogénea.

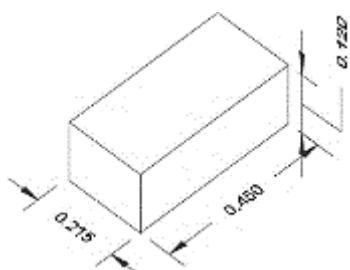


Figura 47. Ensayo de la resistencia a la compresión

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27.

Resultado de los ensayos de resistencia a la compresión

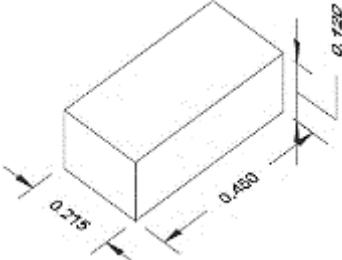
Prueba de resistencia a la compresión del adobe (tierra negra)								
Unidad de adobe	Cantidad de especímenes	Resultados (kg/cm ²)					Promedio (kg/cm ²)	
M-0: Patrón, M-"n": Pruebas								
	M-0	5	12.10	13.40	13.10	12.80	12.85	12.85
	M-1	5	9.50	10.20	9.80	10.00	10.60	10.02
	M-2	5	12.10	10.12	12.45	11.24	13.80	11.94
	M-3	5	13.80	13.60	14.10	13.90	14.40	13.96
	M-4	5	15.20	15.50	15.30	14.90	15.30	15.24

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28.

Resultado de los ensayos de resistencia a la compresión de los adobes patrón (tierra negra y amarilla).

Prueba de resistencia a la compresión del adobe (tierra negra y tierra amarilla)

Unidad de adobe M-0: Tierra Negra, M-A: Tierra Amarilla	Tierra negra M-0	Tierra Amarilla M-A	
	Cantidad de especímenes	5	
	Resultados (kg/cm ²)	12.10	9.79
		13.40	9.49
		13.10	9.58
		12.80	9.84
		12.85	9.34
	Promedio (kg/cm ²)	12.85	9.64

Fuente: Elaboración Propia

Nota: Comparativo de dos tipos de tierra usadas para la elaboración tradicional de unidades de adobe en la localidad de Llacllín; dentro de ellas, la más usada es la tierra negra.

Describir cómo la incorporación de arena gruesa y fibra de maguey impacta en la rapidez inicial de absorción de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llacllín-Ancash.

Para determinar el impacto en la rapidez inicial de absorción de las piezas de adobe con la adición de arena gruesa y fibra de maguey, se realizó un ensayo que está orientado a someter el espécimen en un nivel de profundidad de agua durante un tiempo determinado. Para tal efecto es usado los siguientes equipos y su procedimiento respectivo.

Ensayos de prueba rapidez inicial de absorción

- Materiales
 - Bandejas o recipientes: Tendrán una profundidad mayor a 13 mm, las medidas del largo y ancho serán tales que la superficie del agua sea mayor a 2000 cm²
 - Soportes para ladrillos: Se usarán dos barras de acero no corrosibles de entre 125 mm y 150 mm de longitud.

- Dispositivos para mantener el nivel de agua constante: El dispositivo debe añadir el agua con tanta rapidez como la velocidad de la remoción por el ladrillo que está siendo ensayado
 - Balanza: Debe tener una capacidad mayor a 3000 g y 0,5 de aproximación.
 - Horno de secado
 - Dispositivo de sincronización: De preferencia un cronómetro.
 - Espécimen de ensayo
- Procedimiento
 - ✓ El periodo inicial de absorción debe determinarse por un ensayo de secado al horno. Secar y enfriar los especímenes de ensayo. Secar los especímenes en un horno ventilado de 105 °C a 115 °C, no menos de 24 horas.
 - ✓ Después se deja enfriar en una cámara a 24 °C ± 8 °C, con una humedad relativa entre 30 % y 70 %. Las unidades se almacenarán separadas, por un periodo de 4 horas.



Figura 48. Enfriado de las unidades de adobe

Fuente: Elaboración Propia

- ✓ Medir una aproximación a 1,3 mm la longitud y el ancho de la superficie plana del espécimen de ensayo para la unidad rectangular. Pesar el espécimen con una aproximación a 0,5 g.



Figura 49. Pesaje inicial del adobe

Fuente: Elaboración Propia

- ✓ Hacer ajusten en cómo está posicionada la bandeja del ensayo de absorción para que el fondo de esta esté nivelado, y fijar el espécimen referencial saturado sobre los soportes. Ajustar agua hasta que el nivel de la misma sea de $3.18 \pm 0,25$ mm sobre los soportes.

- ✓ Cuando se retire el espécimen de referencia, poner el espécimen de ensayo en una superficie plana, se debe contar como tiempo cero el momento en el que el espécimen entra en contacto con el agua. En el periodo de contacto, $1\text{min} \pm 1$ s, se debe mantener el nivel de agua en los límites prescritos.



Figura 50. Especimen haciendo contacto con el agua

Fuente: Elaboración Propia

- ✓ Al final del tiempo, se debe quitar el espécimen, secar el agua que quedó en la superficie con un paño y volverlo a pasar, el secado debe realizarse en los 2 minutos siguientes.

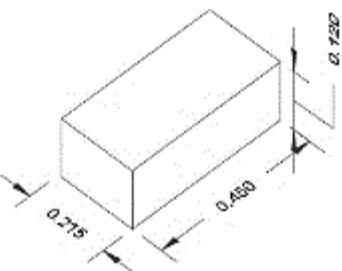


Figura 51. Pesaje final del adobe tras el contacto con el agua

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29.

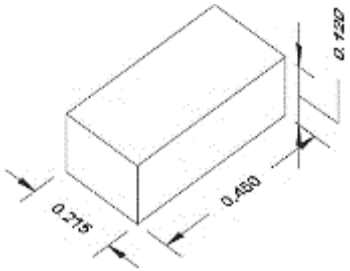
Resultado de los ensayos de rapidez inicial de absorción

Prueba de rapidez inicial de absorción del adobe (tierra negra)								
Unidad de adobe	Cantidad de especímenes	Resultados (g/min/200 cm ²)					Promedio (g/min/200 cm ²)	
M-0: Patrón, M-"n": Pruebas								
	M-0	5	42.65	41.75	39.25	43.11	43.11	41.97
	M-1	5	10.44	10.89	9.76	10.89	9.08	10.21
	M-2	5	13.39	11.80	12.02	12.25	12.93	12.48
	M-3	5	15.66	17.24	15.66	15.43	15.43	15.88
	M-4	5	18.46	19.87	19.78	20.78	18.87	19.55

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30.

Resultado de los ensayos de rapidez inicial de absorción de los adobes patrón (tierra negra y tierra amarilla)

Prueba de rapidez inicial de absorción del adobe (tierra negra y tierra amarilla)			
Unidad de adobe	Tierra negra	Tierra amarilla	
M-0: Tierra Negra, M-A: Tierra Amarilla	M-0	M-A	
	Cantidad de especímenes	5	5
	Resultados (g/min/200 cm ²)	42.65	52.60
		41.75	50.82
		39.25	55.81
		43.11	53.55
		43.11	52.38
	Promedio (g/min/200 cm ²)	41.97	53.03

Fuente: Elaboración Propia

Nota: Comparativo de dos tipos de tierra usadas para la elaboración tradicional de unidades de adobe en la localidad de Llacllín; dentro de ellas, la más usada es la tierra negra.

Describir cuál es el proceso de elaboración para obtener las piezas de adobe con incorporación de arena gruesa y fibra de maguey en el distrito de Llacllín-Ancash.

Propuesta de diseño de mezcla de adobe

La selección de material de tierra debe estar acorde a los siguientes requerimientos: No tener, en lo posible, restos orgánicos; para ello, se puede hacer una inspección visual dado que el suelo orgánico es negruzco, además de que no se usa tierra salitrosa, siendo esta de color blanquecino y sabor salado (Tejada, 2001). Para la determinación de las proporciones de los insumos de la mezcla de adobe, se recabó data de textos normativos y tesis, resumiendo las cantidades de insumos de la mezcla para la tierra en la Tabla N.º "26" (Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento, 2010).

Se requiere que la tierra contenga cantidades suficientes de arcilla y arena. Un porcentaje adecuado de arena gruesa aminora la posibilidad que aparezcan fisuras ya que otorga la capacidad portante en tanto, un porcentaje bueno de arcilla da cohesión a las partículas para formar barro (Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento, 2010). A causa de ello, la propuesta de mezcla de nuevo adobe se manejan las siguientes proporciones:

Tabla 31.

Dosificación de las muestras con la adición de fibra de maguey y arena gruesa (tierra negra)

Insumo	Dosificación 1	Dosificación 2	Dosificación 3	Dosificación 4
	M-1	M-2	M-3	M-4
Arcilla y limo	40%	40%	40%	40%
Arena gruesa	24%	22%	20%	14%
Agua	34%	34%	34%	34%
Maguey	2%	4%	6%	8%
	100%	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración Propia

Nota: Basado en la Norma Técnica E.080¹

A continuación, se presenta la propuesta de elaboración de los adobes bajo los fundamentos de mejorar sus propiedades adicionando arena gruesa y fibra de maguey.

Obtención y tratamiento de la fibra de maguey o penca

Para tal efecto se ha seguido las indicaciones y recomendaciones de (Florez & Limpe, 2019).

- Materiales
 - Machete
 - Mazo de madera
 - Flexómetro
 - Agua
- Procedimiento
 - ✓ Corte y extracción

La labor es llevada a cabo con mucho cuidado, ya que las hojas de la planta presentan espinas a lo largo de los márgenes y terminando en un agujón.

¹ La gradación del suelo debe estar cerca a: arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70%, sin que se utilicen suelos orgánicos. Estos variarán al fabricarse adobes estabilizados. El adobe debe ser macizo y solo puede estar perforado perpendicularmente a su cara de asiento, y sin representar más de 12% del área bruta de dicha cara.



Figura 52. Extracción de la fibra de maguey

Fuente: Elaboración Propia

✓ Humectación

Para la humectación se usa una gaveta o tina por 1 hora, tomando en cuenta que el agua vertida en esta la cubra en su totalidad. Cuya finalidad de esta operación es para que nos asegure un manejo más fácil en el golpeado de la hoja. Posteriormente la hoja es retirada para el golpeado de la fibra.



Figura 53. Humectación de las hojas de maguey o penca

Fuente: Elaboración Propia

✓ Golpeado

Esta operación es realizada tomándola de los extremos de la penca y aplicando una ligera torsión, de manera tal que facilite la labor, tomando en cuenta el cuidado de la calidad en el proceso.



Figura 54. Golpeado de las hojas de maguey

Fuente: Elaboración Propia

✓ Secado de fibras



Después de haber sido obtenido la fibra de maguey, esta es tendida a secar al sol hasta que desaparezca la humedad, la cual depende del clima. Durante este tiempo se le dan varias vueltas sobre la superficie hasta que seque. El secado tarda hasta 1 día (Rosete Barrera, 2009).

Figura 55. Secado de las fibras de maguey

Fuente: Elaboración Propia

✓ Corte de fibras

Cumple con el propósito de cortar las fibras obtenidas en el golpeado.

Esta operación consiste en hacer los cortes transversales de 10 cm.



Figura 56. Corte de las fibras de maguey

Fuente: Elaboración Propia

Propuesta del proceso de elaboración de Adobe

- Materiales
 - Molde para unidades de adobe
 - Pala o lampa
 - Tierra negra
 - Fibras de maguey
 - Arena gruesa
 - Agua

Para realizar el proceso de elaboración de los adobes en campo, se ha seguido los siguientes pasos:

- Procedimiento
 - ✓ Selección de la cantera: Se debe de contar con una cantera para la mezcla de la arena gruesa y la tierra.

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el Distrito de Llacllín-Ancash, donde se trabajó con el material (suelo) de la cantera de la zona, ya que mediante las pruebas de campo y/o consultas a los pobladores del Distrito de Llacllín se determinó que el suelo no presenta características apropiadas para la elaboración de los adobes. En ese sentido nació la idea de hacer proyecto de investigación con su respectiva propuesta de mejora.



Figura 57. Cantera de tierra negra

Fuente: Elaboración Propia

- ✓ Dimensionamiento: Las dimensiones de las unidades de adobe son de 21.5x12x45 cm. Estas fueron establecidas luego de una revisión meticulosa de la bibliografía existente del tema (Adobes estabilizados), además, se cumplen de forma estricta con las especificaciones de la Norma E.080 “Diseño y Construcción con Tierra Reforzada” (2017). Para elaborar las unidades que se van a usar en el ensayo de resistencia a la compresión tal como indica la norma, finalmente los especímenes que se elaboraron para el ensayo de resistencia a la compresión se realizarán en moldes de los mismos adobes tradicionales en el distrito de Llacllín-Ancash.

- ✓ Tabla de densidades: Las densidades respectivas de los materiales para la elaboración de adobe se hallaron realizando el pesaje y medición del volumen respectivo ($\rho=m/v$). Para la presente investigación se han realizado los cálculos de rendimiento por m³ para los materiales respectivos y en función a ello se han determinado las cantidades de materiales para la elaboración de los adobes.

Tabla 32.

Densidad real de los materiales

Material	Densidad Kg/m ³
Tierra	2175
Maguey	315
Arena	2571
Agua	1000

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 33.

Rendimiento de los materiales por m³

Material	Densidad Kg/m ³
Tierra	2718.83
Maguey	397.21
Arena	3213.42
Agua	1229.76

Fuente: Elaboración Propia



Figura 58. Materiales usados para la investigación

Fuente: Elaboración Propia

- ✓ Preparación del barro: Primero se debe zarandear la arena gruesa con una malla con la finalidad de eliminar piedras mayores a 4.75 mm y con el propósito de que la mezcla se compacte mejor, disminuya la cantidad y espesor de las fisuras que se crearon al secarse, ello supone que la resistencia aumente. Con la arena ya zarandeada y con la incorporación de otros materiales (tierra + fibra de maguey) se forma un montón con un hoyo al centro, en el cual se agregará la mínima cantidad de agua que permita un adecuado amasado de la mezcla (17.5% respecto al peso del suelo seco) Norma E.080, 2017.



Figura 59. Extracción de la tierra negra

Fuente: Elaboración Propia

- ✓ Dormido: También llamado reposo o maceración refiere al momento en el que el humedecimiento de la tierra combinada con agua se deja en espera por

dos días antes de que se usen. Ello para activar la mayor cantidad de partículas de arcilla y que desarrolle toda su cohesión. Esto también implica una mejora en la plasticidad de la masa.



Figura 60. Tierra queda en reposo tras la humectación

Fuente: Elaboración Propia

- ✓ Mezclado: Tras agregar la adecuada cantidad de agua se empieza a mezclar, volteando la mezcla repetidas veces con ayuda de una lampa, además, se finaliza el proceso tras pisar el barro de tal forma que se consiga la homogeneidad de la masa.



Figura 61. Inicio de mezclado del barro hasta homogenizar

Fuente: Elaboración Propia



Figura 62. Mezcla de barro hasta homogenizar.

Fuente: Elaboración Propia



Figura 63. Mezclado del barro hasta homogenizar

Fuente: Elaboración Propia



Figura 64. Mezcla de barro, listo para trasladar al molde

Fuente: Elaboración Propia

- ✓ Se hizo la mezcla y se procedió a mezclar el barro hasta que tuviera cierta consistencia para la posterior elaboración de los adobes para esto se ha hecho uso de gavera, los cuales son moldes que se usan comúnmente para este proceso.

- ✓ Molde: Se utilizó una adobera de madera de 21.5x12x45 cm.
El molde se colocó sobre una losa deportiva para proteger de impurezas evitando que se seque demasiado rápido y que ello, a su vez, cause fisuras al iniciar el secado.



Figura 65. Mezcla de barro en el molde

Fuente: Elaboración Propia

- ✓ Secado: Se llevó a cabo en un terreno nivelado, plano y sin humedad. Durante la 1° semana se buscó una zona con techo evitando que el ocurra un secado brusco que implica, por lo general, que se creen fisuras y grietas. En la 2° semana fue completada la etapa en un tendal al aire libre. A los 14 días de secado, se tienen los adobes listos.



Figura 66. Secado del adobe en la intemperie

Fuente: Elaboración Propia

2.6.4.1.3. Costo de tratamiento de la fibra de maguey

El análisis de costo y presupuesto del tratamiento de la fibra de maguey se ha realizado tomando en cuenta la cantidad promedio de 500 adobes/día que se realiza tradicionalmente en el distrito de Llaullín. Adicional a ello, se ha elaborado los costos de tratamiento de otras fibras usadas para la elaboración de las unidades adobe de barro en el distrito, como la paja de trigo e ichu. No obstante, la paja de trigo es la más usada desde nuestros ancestros.

El metrado y costo es considerando la cantidad de fibras que se usan para la elaboración de 500 adobes.

Tabla 34.

Costo de tratamiento de la fibra de maguey y otras fibras

ÍTEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	PU	COSTO
1.00	TRATAMIENTO DE LA FIBRA DE MAGUEY O PENCA				S/. 708.70
1.01	Corte y extracción	kg	190	0.57	S/. 108.30
1.02	Acarreo o traslado	kg	190	0.45	S/. 85.50
1.03	Humectación y golpeado	kg	190	2.08	S/. 395.20
1.04	Corte de fibras	kg	190	0.63	S/. 119.70
2.00	TRATAMIENTO DE LA FIBRA DE TRIGO O PAJA				S/. 600.00
2.01	Corte y extracción	kg	250	1.95	S/. 487.50
2.01	Acarreo o traslado	kg	250	0.45	S/. 112.50
3.00	TRATAMIENTO DE LA FIBRA DE ICHU				S/. 245.00
3.01	Corte y extracción	kg	250	0.33	S/. 82.50
3.02	Acarreo o traslado	kg	250	0.45	S/. 112.50
3.03	Corte de fibras	kg	250	0.20	S/. 50.00

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 3. RESULTADOS

3.1 Resultados de las muestras

En este apartado se determinan los resultados del objetivo general, siendo elaborados las muestras con tierra negra, en esta sección se muestra los resultados obtenidos por laboratorio, según las normas (NTP 399.613, 2017) y (Ministerio de Vivienda C. y., 2017). Que el mínimo rango de esfuerzo admisible es 10.2 Kg/cm².

Resultados de los ensayos realizados al suelo en laboratorio

Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D422)

Tabla 35.

Granulometría del suelo usado para los ensayos

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, ASTM D6913		
TAMIZ	ABERTURA mm	PORCENTAJE QUE PASA
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1 1/2"	38.100	100.0
1"	25.400	100.0
3/4"	19.000	100.0
3/8"	9.500	98.9
4	4.750	89.2
10	2.000	68.8
20	0.840	40.8
40	0.425	25.9
60	0.250	16.8
100	0.150	11.0
140	0.106	8.4
200	0.075	4.8

Fuente: Elaboración propia

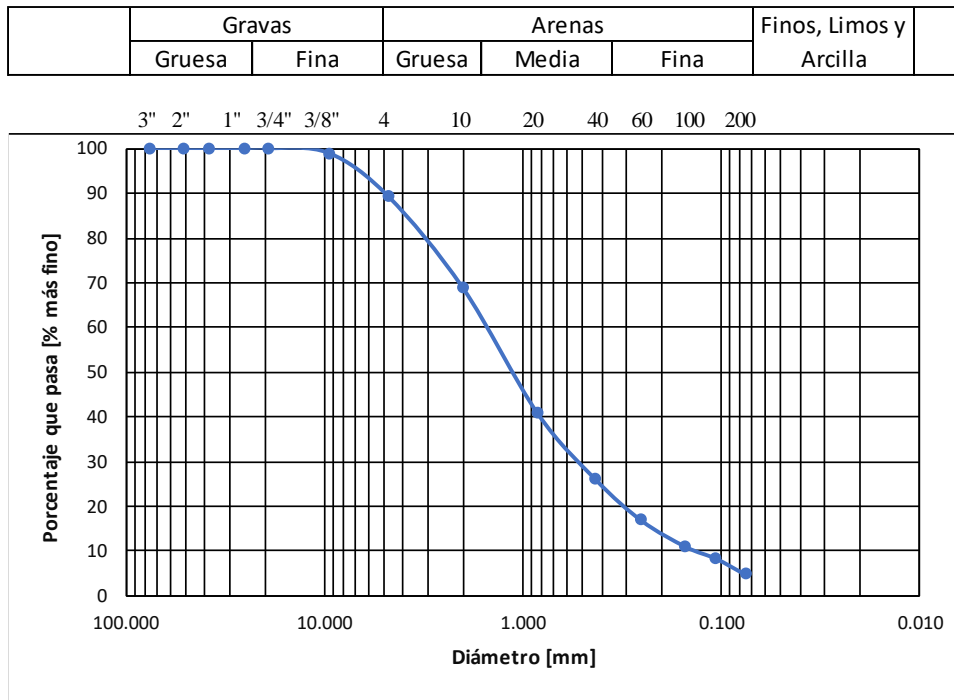


Figura 67. Curva de distribución granulométrica del suelo para la muestra patrón (M-0)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36.

Resultado de resistencia a la compresión M-0

M-0						
Identificación	Especimen	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm ²)	W (Kgf)	C (Kg/cm ²)
	# 01	215	210	451.5	5463.66	12.10
	# 02	215	210	451.5	6052.04	13.40
Adobe M-0	# 03	215	210	451.5	5914.38	13.10
	# 04	215	210	451.5	5779.77	12.80
	# 05	215	210	451.5	5779.77	12.85
Promedio						12.85

Fuente: Elaboración propia

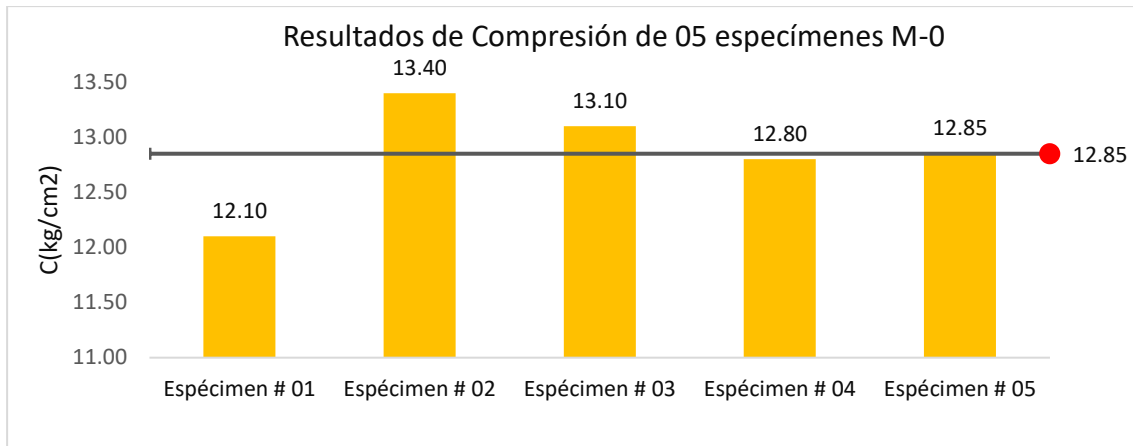
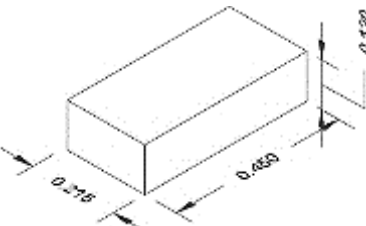


Figura 68. Gráfico de barras del ensayo de la resistencia a la compresión M-0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37.

Resultados resistencia a la compresión M-1

M-1						
Identificación	Especimen	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm ²)	W (Kgf)	C (Kg/cm ²)
 Adobe M-1	# 01	215	210	451.5	4287.92	9.50
	# 02	215	210	451.5	4604.04	10.20
	# 03	215	210	451.5	4425.58	9.80
	# 04	215	210	451.5	4515.32	10.00
	# 05	215	210	451.5	4787.59	10.60
Promedio						10.02

Fuente: Elaboración propia

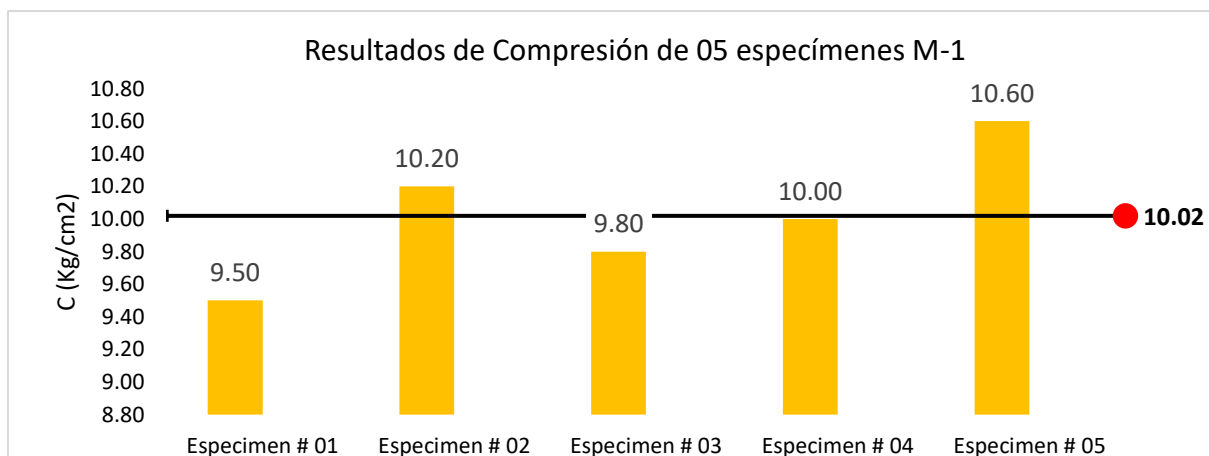
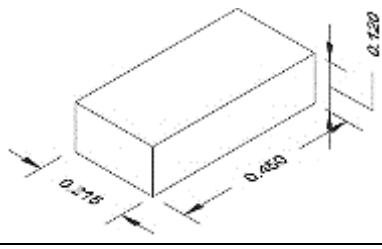


Figura 69. Gráfico de barras del ensayo de la resistencia a la compresión M-1

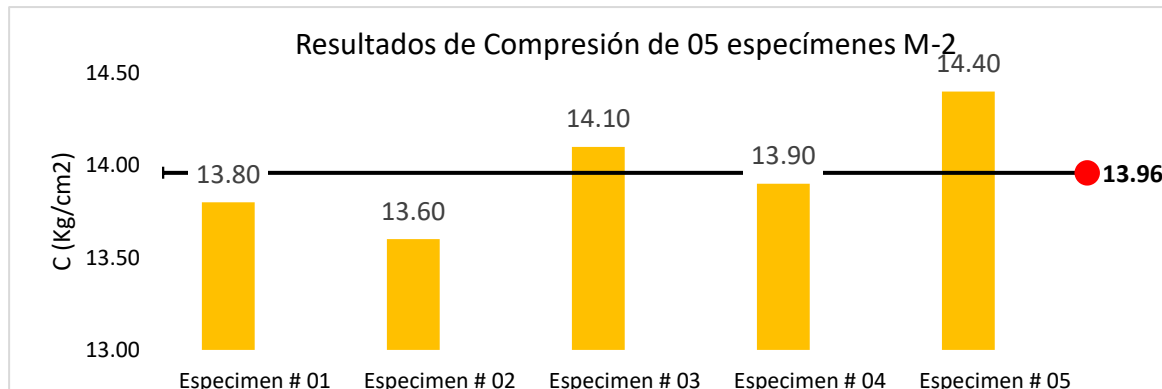
Fuente: Elaboración propia

Tabla 38.

Resultados resistencia a la compresión M-2

M-2						
Identificación	Espécimen	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm ²)	W (Kgf)	C (Kg/cm ²)
 <p>Adobe M-2</p>	# 01	215	210	451.5	6230.49	13.80
	# 02	215	210	451.5	6138.71	13.60
	# 03	215	210	451.5	6367.13	14.10
	# 04	215	210	451.5	6276.38	13.90
	# 05	215	210	451.5	6500.72	14.40
Promedio						13.96

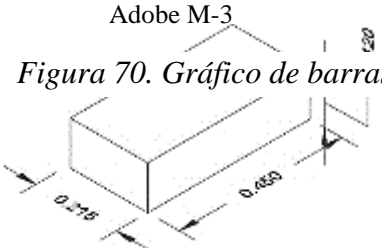
Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Tabla 39.

Resultados resistencia a la compresión M-3

M-3						
Identificación	Espécimen	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm ²)	W (Kgf)	C (Kg/cm ²)
 <p>Adobe M-3</p>	# 01	215	210	451.5	6276.38	13.90
	# 02	215	210	451.5	6858.64	15.19
	# 03	215	210	451.5	7236.95	16.03
	# 04	215	210	451.5	6817.85	15.10
	# 05	215	210	451.5	6750.55	14.95
Promedio						15.03

Fuente: Elaboración propia

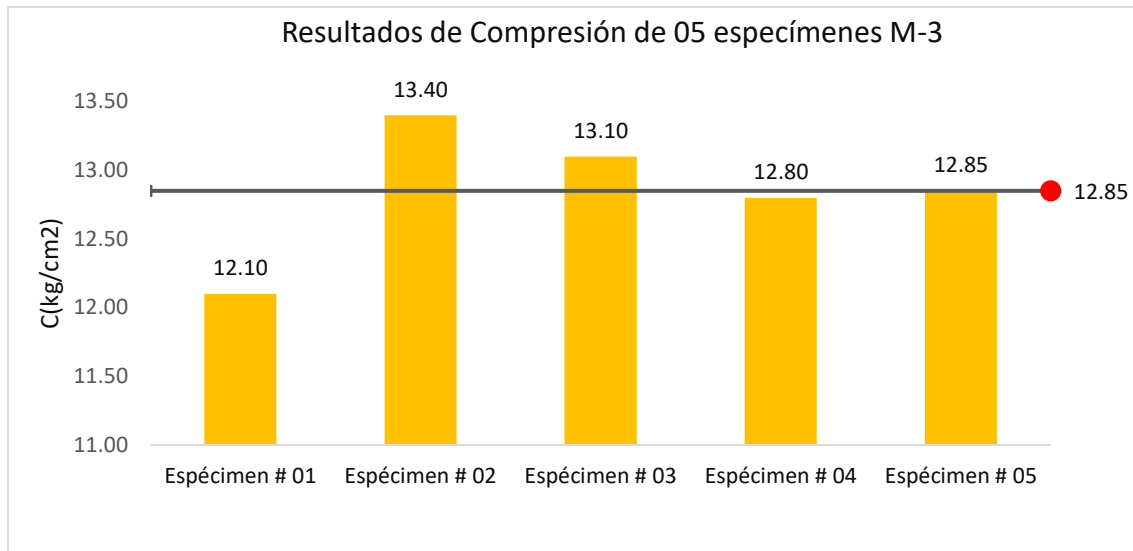
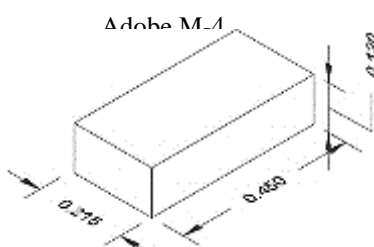


Figura 71. Gráfico de barras del ensayo de la resistencia a la compresión M-3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40.

Resultados resistencia a la compresión M-4

M-4						
Identificación	Especímen	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm ²)	W (Kgf)	C (Kg/cm ²)
 <p>Adobe M-4</p>	# 01	215	210	451.5	6862.72	15.20
	# 02	215	210	451.5	6998.34	15.50
	# 03	215	210	451.5	6906.56	15.30
	# 04	215	210	451.5	6726.07	14.90
	# 05	215	210	451.5	6906.56	15.30
Promedio						15.24

Fuente: Elaboración propia

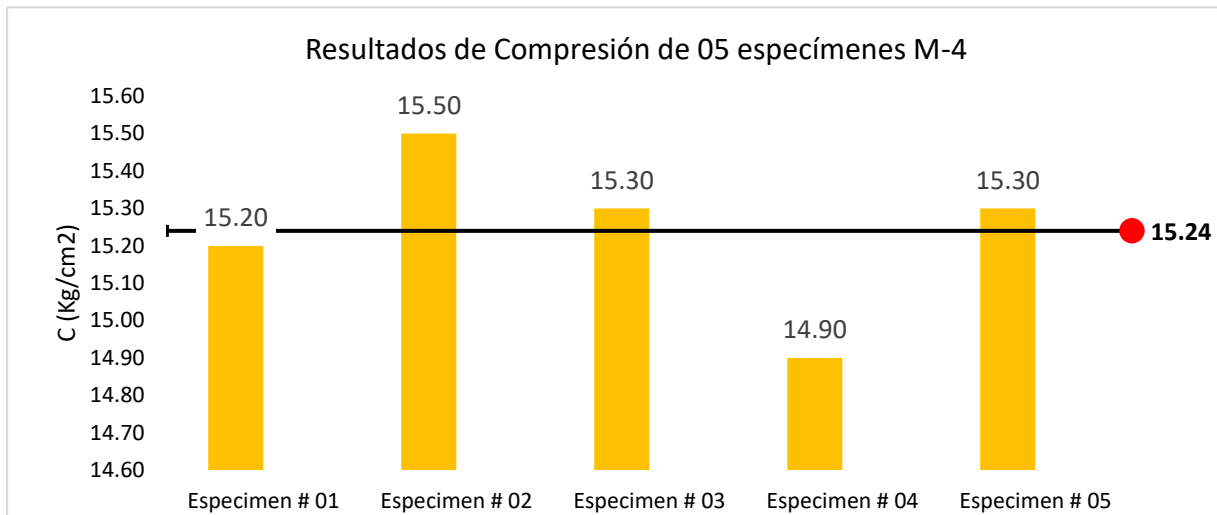



Figura 72. Gráfico de barras del ensayo de la resistencia a la compresión M-4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41.

Resultado de la rapidez inicial de absorción M-0

Muestra M-0								
Identificación	Espécimen	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Wi (Kg) Peso Inicial	Wf (Kg) Peso final	W (g) Peso de agua	(g/min/200 cm ²) Absorción
 Adobe M-0	# 01	43	20.5	881.5	16210.00	16498	188.00	42.62
	# 02	43	20.5	881.5	16270.00	16454	184.00	41.75
	# 03	43	20.5	881.5	16280.00	16453	173.00	39.25
	# 04	43	20.5	881.5	16362.00	16522	190.00	43.11
	# 05	43	20.5	881.5	16298.00	16488	190.00	43.11
Promedio								41.97

Fuente: Elaboración propia

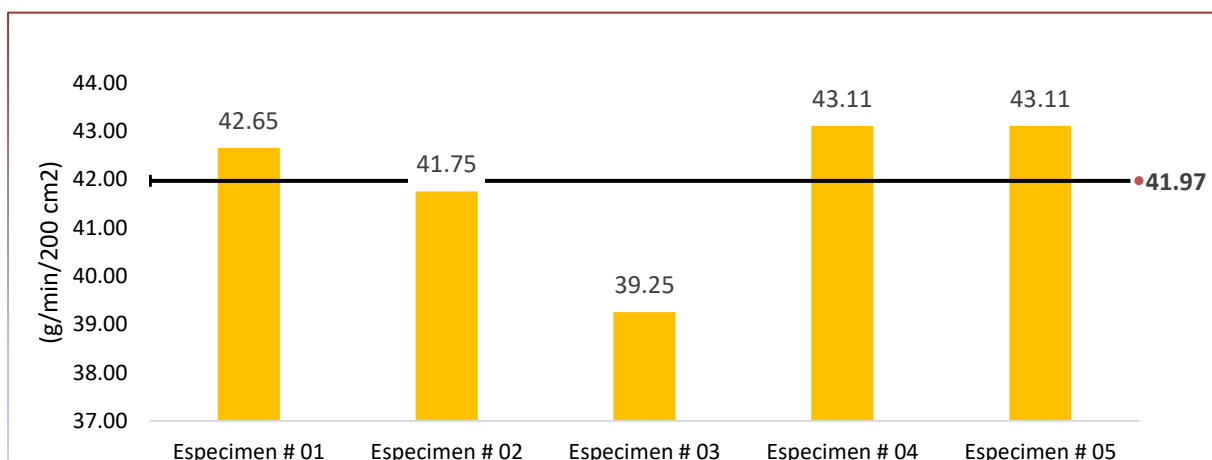
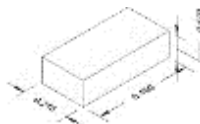


Figura 73. Gráfico de barras del ensayo de rapidez inicial de absorción M-0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42.

Resultado de la rapidez inicial de absorción M-1

Muestra M-1									
Identificación	Espécimen	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Wi (Kg) Peso Inicial	Wf (Kg) Peso final	W (g) Peso de agua	(g/min/200 cm ²) Absorción	
	Adobe M-1	# 01	43	20.5	881.5	18702.00	18748	46.00	10.44
		# 02	43	20.5	881.5	18710.00	18758	48.00	10.89
		# 03	43	20.5	881.5	18700.00	18743	43.00	9.76
		# 04	43	20.5	881.5	18705.00	18753	48.00	10.89
		# 05	43	20.5	881.5	18718.00	18758	40.00	9.08
Promedio								10.21	

Fuente: Elaboración propia

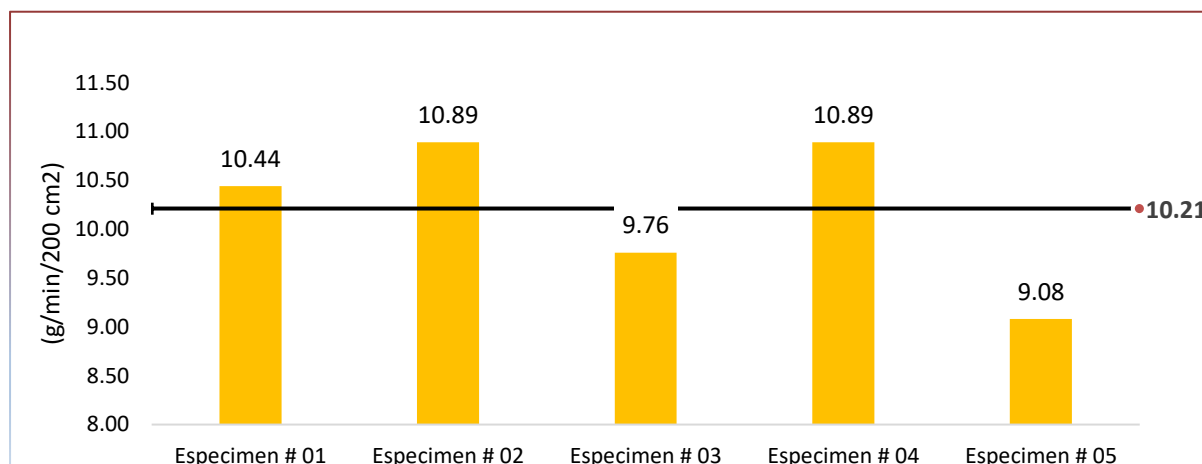
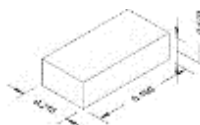


Figura 74. Gráfico de barras del ensayo de rapidez inicial de absorción M-1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43.

Resultado de la rapidez inicial de absorción M-2

Muestra M-2									
Identificación	Espécimen	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Wi (Kg) Peso Inicial	Wf (Kg) Peso final	W (g) Peso de agua	(g/min/200 cm ²) Absorción	
	Adobe M-2	# 01	43	20.5	881.5	18686.00	18645	59.00	13.39
		# 02	43	20.5	881.5	18597.00	18649	52.00	11.80
		# 03	43	20.5	881.5	18578.00	18631	53.00	12.02
		# 04	43	20.5	881.5	18598.00	18652	54.00	12.25
		# 05	43	20.5	881.5	18590.00	18647	57.00	12.93
Promedio								12.48	

Fuente: Elaboración propia

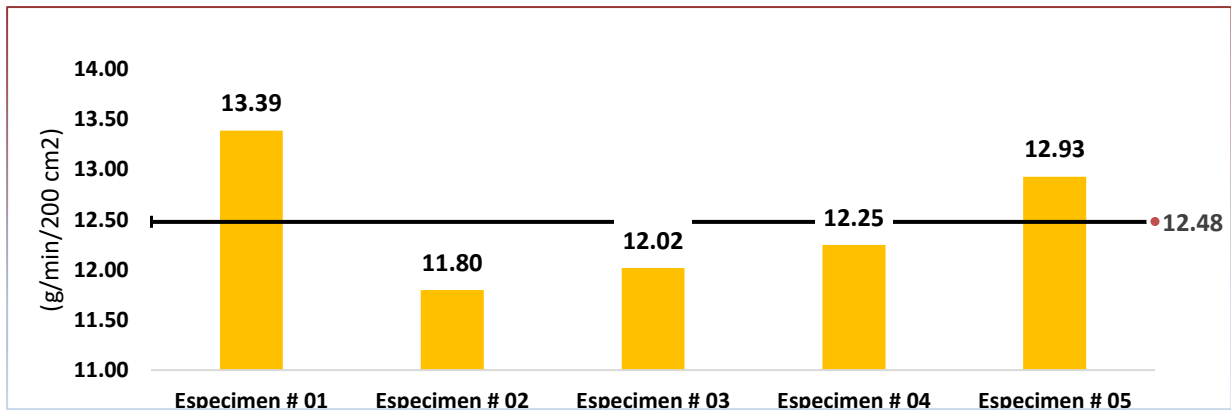



Figura 75. Gráfico de barras del ensayo de rapidez inicial de absorción M-2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44.

Resultados de la rapidez inicial de absorción M-3

Muestra M-3								
Identificación	Espécimen	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Wi (Kg) Peso Inicial	Wf (Kg) Peso final	W (g) Peso de agua	(g/min/200 cm ²) Absorción
 Adobe M-3	# 01	43	20.5	881.5	19755.00	19824	69.00	15.66
	# 02	43	20.5	881.5	19270.00	19346	76.00	17.24
	# 03	43	20.5	881.5	19310.00	19379	69.00	15.66
	# 04	43	20.5	881.5	19705.00	19773	68.00	15.43
	# 05	43	20.5	881.5	19590.00	19658	68.00	15.43
Promedio								15.88

Fuente: Elaboración propia

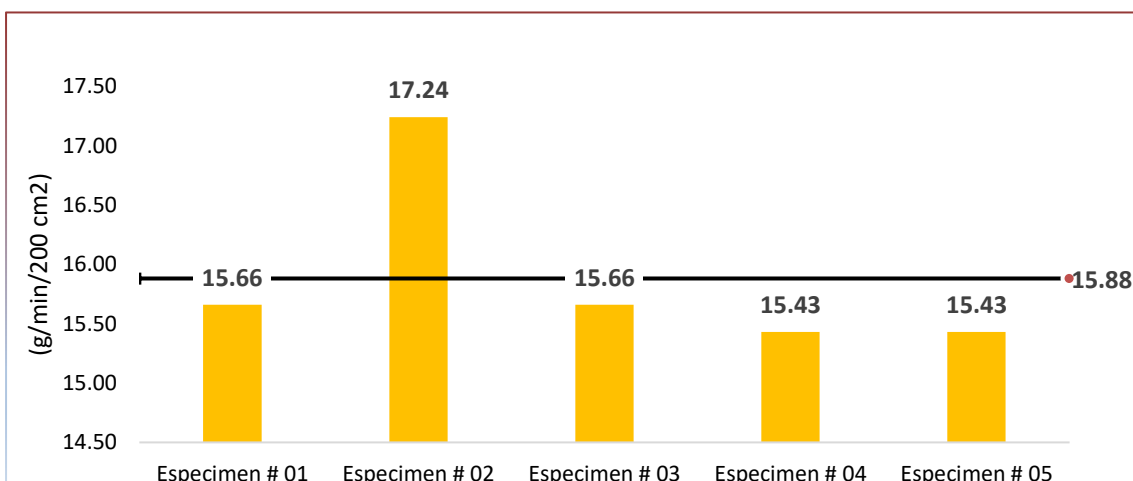



Figura 76. Gráfico de barras del ensayo de rapidez inicial de absorción M-3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45.

Resultado de la rapidez inicial de absorción M-4

Muestra M-4								
Identificación	Espécimen	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Wi (Kg)	Wf (Kg)	W (g)	(g/min/200
					Peso Inicial	Peso final	Peso de agua	cm ²) Absorción
 Adobe M-4	# 01	43	20.5	881.5	16681	16780	99	18.46
	# 02	43	20.5	881.5	16693	16785	92	19.87
	# 03	43	20.5	881.5	16698	16794	96	19.78
	# 04	43	20.5	881.5	16784	16880	96	20.78
	# 05	43	20.5	881.5	16685	16777	92	18.87
Promedio								19.55

Fuente: Elaboración propia

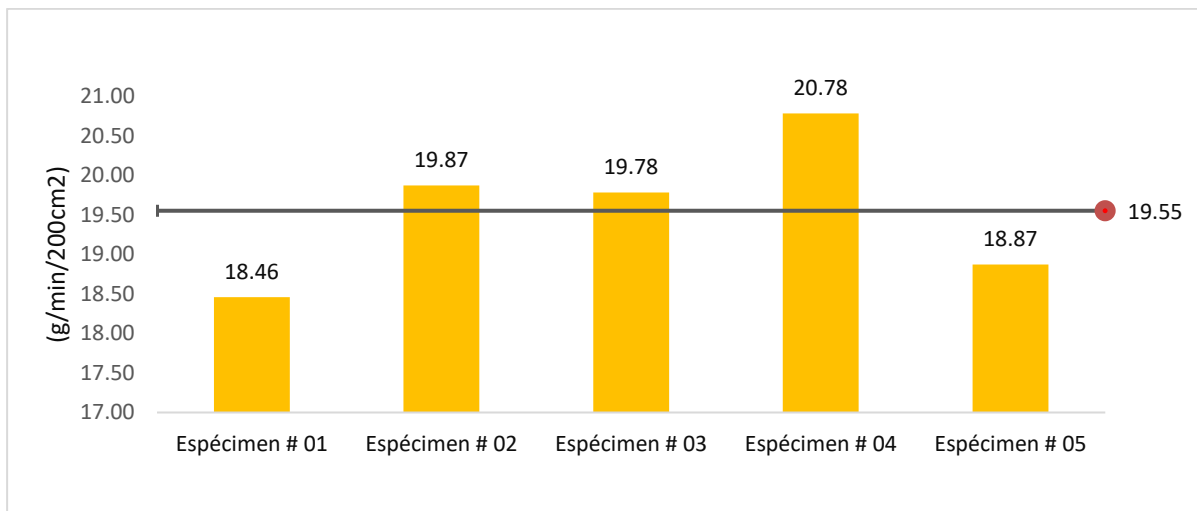


Figura 77. Gráfico de barras del ensayo de rapidez inicial de absorción M-4

Fuente: Elaboración propia

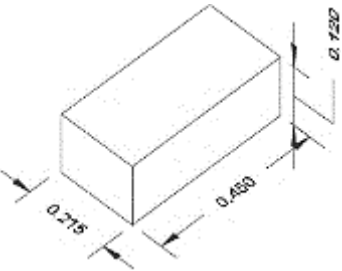
3.2 Resultados prueba de compresión planteados a partir de la hipótesis

Prueba de compresión

En este apartado se busca la mayor resistencia a la compresión de acuerdo con el indicado en la norma técnica: 10.2 Kg/cm² (Ministerio de Vivienda C. y., 2017).

Tabla 46.

Resultado de los ensayos de resistencia a la compresión

Prueba de resistencia a la compresión del adobe (tierra negra)								
Unidad de adobe	Cantidad de especímenes	Resultados (kg/cm ²)					Promedio (kg/cm ²)	
M-0: Patrón, M-"n": Pruebas								
	M-0	5	12.10	13.40	13.10	12.80	12.85	12.85
	M-1	5	9.50	10.20	9.80	10.00	10.60	10.02
	M-2	5	13.80	13.60	14.10	13.90	14.40	13.96
	M-3	5	13.90	15.19	16.03	15.10	14.95	15.03
	M-4	5	15.20	15.50	15.30	14.90	15.30	15.24

Fuente: Elaboración propia

Nota: La norma NTP 399.613 recomienda realizar los ensayos con la altura y el ancho total de la unidad de adobe original, y longitud igual a la mitad de la longitud total de la unidad ± 25 mm.

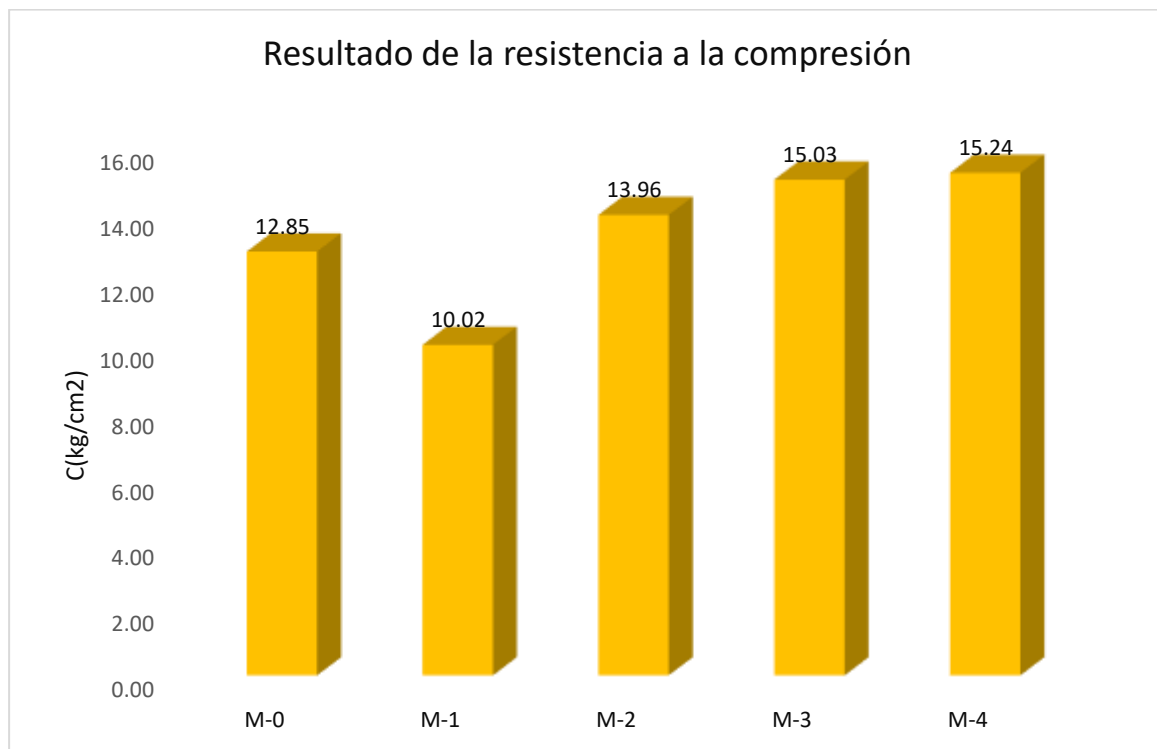


Figura 78. Resultados del ensayo de la resistencia a la compresión

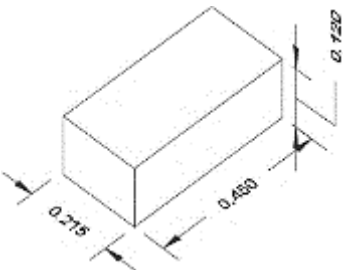
Fuente: Elaboración Propia

3.3 Resultados prueba rapidez inicial de absorción planteados a partir de hipótesis

Prueba de Rapidez de absorción

Tabla 47.

Resultado de los ensayos de rapidez inicial de absorción

Prueba de rapidez inicial de absorción del adobe (tierra negra)								
Unidad de adobe M-0: Patrón, M-“n”: Pruebas	Cantidad de especímenes	Resultados (g/min/200 cm ²)					Promedio (g/min/200 cm ²)	
	M-0	5	42.65	41.75	39.25	43.11	43.11	41.97
	M-1	5	10.44	10.89	9.76	10.89	9.08	10.21
	M-2	5	13.39	11.80	12.02	12.25	12.93	12.48
	M-3	5	15.66	17.24	15.66	15.43	15.43	15.88
	M-4	5	18.46	19.87	19.78	20.78	18.87	19.55

Fuente: Elaboración propia

Nota: De acuerdo con la NTP 399.613 se debe ensayar cinco especímenes (adobes) enteros.

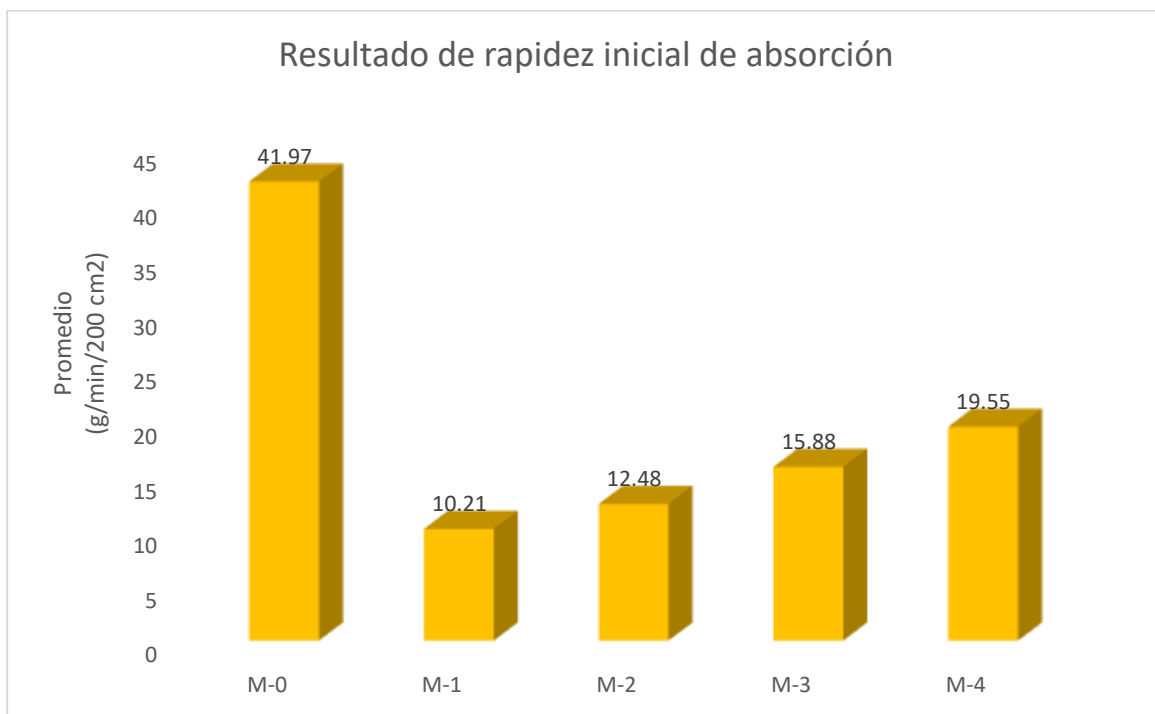


Figura 79. Resultado del ensayo rapidez inicial de absorción

Fuente: Elaboración propia

3.4 Resultados según dosificaciones a partir de hipótesis

Tabla 48.

Dosificaciones del proceso de elaboración del adobe basado en la Norma Técnica E.080

Insumo	Dosificación 1	Dosificación 2	Dosificación 3	Dosificación 4
	M-1	M-2	M-3	M-4
Arcilla y limo	44%	40%	40%	40%
Arena gruesa	24%	22%	20%	14%
Agua	34%	34%	34%	34%
Magüey	2%	4%	6%	8%
	100%	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49.

Dosificaciones del proceso de elaboración del adobe tradicional en la localidad de Llacllín

Insumo	Dosificación	Dosificación
	M-0	M-A
Arcilla y limo	53%	50%
Agua	35%	38%
Paja	12%	12%
	100%	100%

Fuente: Elaboración propia

Nota: Dosificación tradicional con respecto al tipo de tierra:

- Muestra patrón de tierra negra: M-0
- Muestra patrón de tierra amarilla: M-A

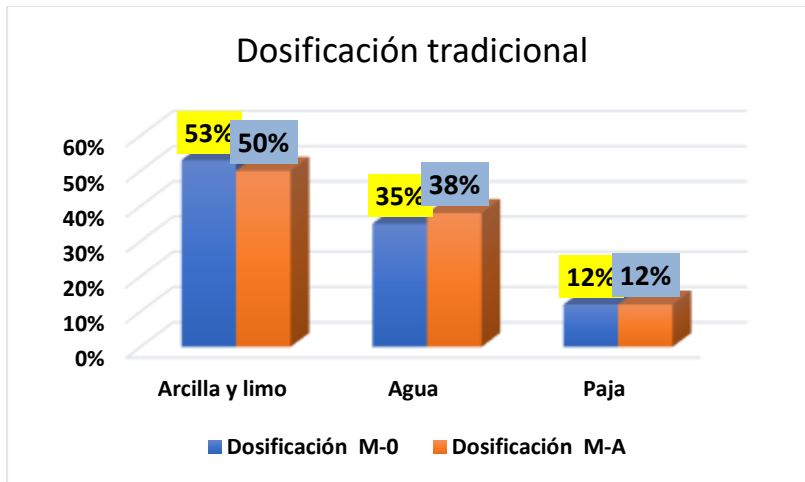


Figura 80. Dosificaciones del proceso de elaboración de adobe tradicional

Fuente: Elaboración propia

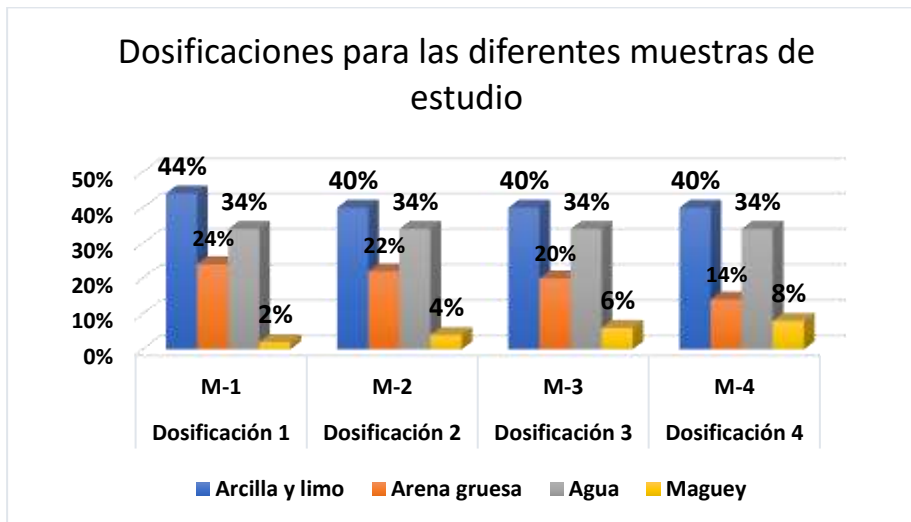


Figura 81. Dosificaciones para la elaboración de los ensayos

Fuente: Elaboración propia

3.5 Resultados de la Estadística Descriptiva

Tabla 50.

Estadística descriptiva de los resultados de la resistencia a la compresión de las unidades de adobe

PRUEBAS	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
M-0	5	12,10	13,40	12,8500	0,48218
M-1	5	10,12	13,80	11,9420	1,37365
M-2	5	9,50	10,60	10,0200	0,41473
M-3	5	13,60	14,40	13,9600	0,30496
M-4	5	14,90	15,50	15,2400	0,21909

Fuente: Elaboración propia en SPSS

Tabla 51.

Estadística descriptiva de los resultados de la rapidez inicial de absorción de las unidades de adobe

PRUEBAS	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
M-0	5	39,25	43,11	41,9680	1,61775
M-1	5	15,43	17,24	15,8840	0,76670
M-2	5	9,08	10,89	10,2120	0,78375
M-3	5	11,80	13,39	12,4780	0,66285
M-4	5	20,87	22,46	21,5520	0,68167

Fuente: Elaboración propia

3.6 Resultados de la Estadística Inferencial

Los resultados de la estadística inferencial están en las pruebas de hipótesis planteadas y contrastadas la hipótesis general y las hipótesis específicas en el capítulo siguiente.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS-PRUEBA DE HIPÓTESIS INFERENCIAL

4.1 La Contrastación de la Hipótesis

La hipótesis general se contrastará mediante la descripción de los cuadros estadísticos y las hipótesis específicas mediante pruebas cuantitativa de análisis de regresión no lineal cuadrática, mediante el análisis de varianza (ANOVA) determinaremos que la incorporación de arena gruesa y maguey mejora la resistencia mecánica en la elaboración de unidades de adobes en el Distrito de Llaullín, Ancash.

Para realizar el análisis de regresión cuadrática antes se verificó la prueba de normalidad de los resultados de las pruebas de las variables.

4.2 Normalización de la Influencia de las Variables

- a) A continuación, realizaremos la transformación estadística de la distribución de las variables con el propósito de poder hacer comparación y medir el nivel de significancia respectiva.

H₀: “La variable dependiente incorporación de la arena gruesa y el maguey, sigue una distribución Normal”

H₁: “La variable dependiente incorporación de la arena gruesa y el maguey, no sigue una distribución Normal”

Tabla 52.

Prueba de normalidad

Características del Adobe	Shapiro-Wilk				
	Estadístico	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la Compresión	0.200	,200*	,883	5	,323
Rapidez Inicial de Absorción	0,265	,200*	,831	5	,140

Fuente: Elaboración propia en SPSS

- b) Nivel de Significancia (N.S) = 0.05
- c) En el cuadro de normalidad de la columna sig. Shapiro-Wilk de la fila resistencia y absorción su sig. es de 0.323 y 0.140 respectivamente, los cuales tienen nivel de significancia mayor que 0.05, por lo tanto, se acepta la hipótesis Nula.

- d) Concluimos que la variable dependiente características del adobe incorporado arena gruesa y maguey sigue una distribución Normal. Por tanto, aplicaremos la prueba de análisis de regresión lineal cuadrática con sus respectivas pruebas de ANOVA para contrastar las hipótesis planteadas, como general y específicas.

4.3 El Planteo de la Hipótesis General

- a) **H₀**: "La incorporación de arena gruesa y fibra de maguey NO impacta en las propiedades de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llaullín-Ancash"

H₁: "La incorporación de arena gruesa y fibra de maguey impacta en las propiedades de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llaullín-Ancash"

- b) N.S=0,05

Tabla 53.

Prueba de resistencia a la compresión del adobe (tierra negra)

Resultados Kg/cm ² o tipos	M-0	M-1	M-2	M-3	M-4
A	12.10	9.50	13.80	13.90	15.20
B	13.40	10.20	13.60	15.19	15.50
C	13.10	9.80	14.10	16.03	15.30
D	12.80	10.00	13.90	15.10	14.90
E	12.85	10.60	14.40	14.95	15.30
Promedio (kg/cm ²)	12.85	10.02	13.96	15.03	15.24

Fuente: Elaboración propia

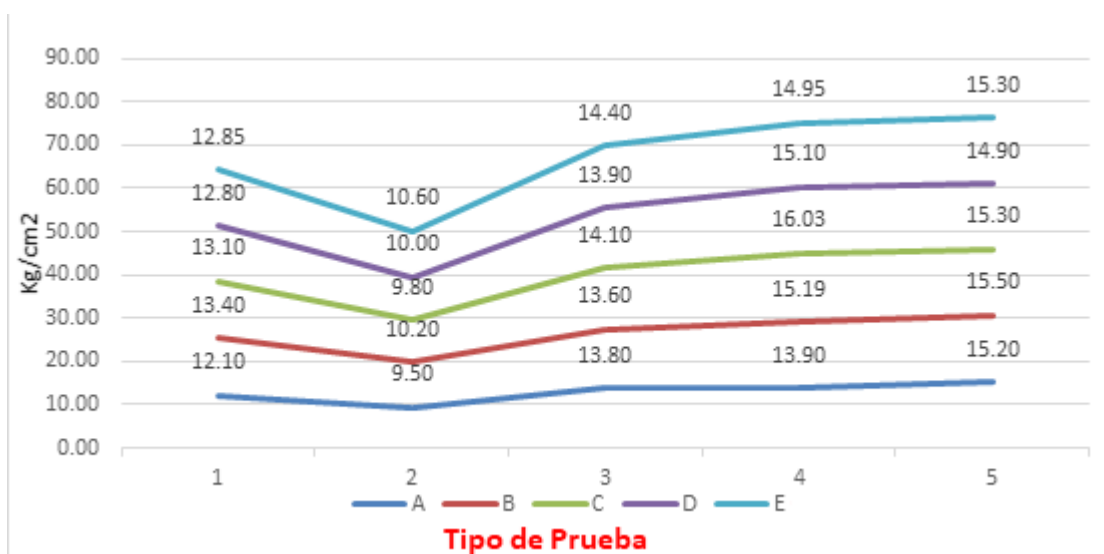


Figura 82. Prueba de resistencia a la compresión de adobe (tierra negra)

Fuente: Elaboración propia en SPPS.

Tabla 54.

Prueba de rapidez inicial de absorción del adobe (tierra negra)

Resultados g/min/200 cm ² o tipos	M-0	M-1	M-2	M-3	M-4
A	42.62	10.44	13.39	15.66	18.46
B	41.75	10.89	11.80	17.24	19.87
C	39.25	9.76	12.02	15.66	19.78
D	43.11	10.89	12.25	15.43	20.78
E	43.11	9.08	12.93	15.43	18.87
Promedio (g/min/200 cm ²)	41.97	10.21	12.48	15.88	19.55

Fuente: Elaboración propia

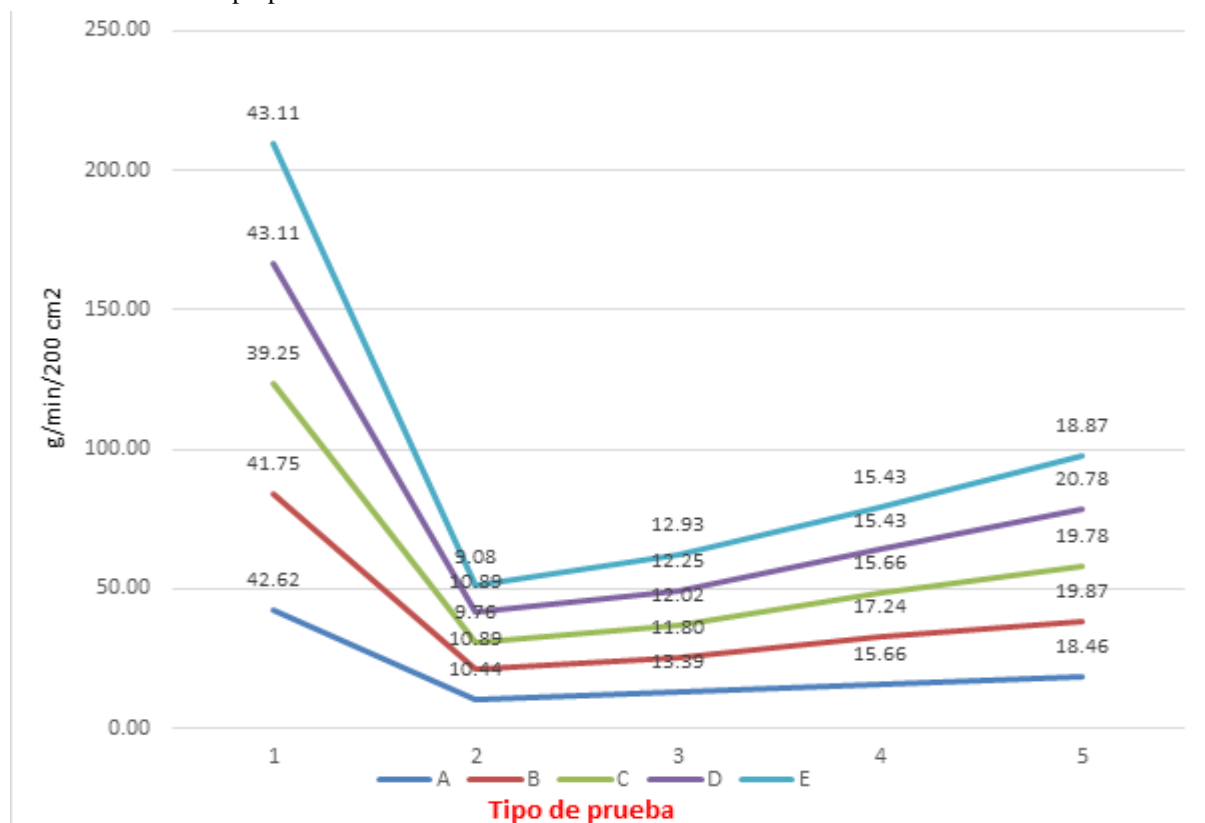


Figura 83. Prueba de rapidez inicial de absorción de adobe (tierra negra)

Fuente: Elaboración propia en SPSS

4.3.1 Conclusión

Mediante los cuadros estadísticos verificamos que la adición de la arena y fibras de maguey impacta en las propiedades de las piezas del adobe. Comprobándose de esta forma que se cumple la hipótesis general, a través de lo cual se evidencia que efectivamente estos componentes impactan en las propiedades (resistencia de compresión y rapidez de

absorción) de las piezas de adobe. Lo cual se terminará de comprobar a través de las hipótesis específicas donde se ha planteado el análisis por separado de estas propiedades.

4.4 Hipótesis Específicas

4.4.1 El planteo de la Hipótesis Específica 1: Resistencia a la Compresión

a) **H₀**: "La incorporación de arena gruesa y fibra de maguey NO impacta en la resistencia en la compresión de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llaullín-Ancash"

H₁: "La incorporación de arena gruesa y fibra de maguey impacta en la resistencia en la compresión de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llaullín-Ancash"

b) **N.S**: 0.05



Figura 84. Prueba de resistencia a la compresión del adobe

Fuente: Elaboración propia en SPSS

c) **La Contrastación de la Hipótesis regresión cuadrática prueba de la ANOVA**

Tabla 55.

Contrastación de la hipótesis específica 1 - prueba de la ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	10,320	2	5,160	1,330	0.0429
Residual	7,761	2	3,880		
Total	18,081	4			

Fuente: Elaboración propia.

NOTA: La variable independiente es incremento de arena gruesa y maguey.

Tabla 56.

Coefficientes del modelo de regresión cuadrática para la hipótesis específica 1

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
Incremento de arena gruesa y maguey	,062	2,196	,046	,028	,980
Incremento de arena gruesa y maguey ** 2	,229	,526	,711	,436	,706
(Constante)	11,921	1,854		6,430	,023

Fuente: Elaboración propia

El modelo matemático es: $\hat{Y} = 11,921 + 0,062x + 0,2291x^2$

Tabla 57.

Resumen del modelo de la hipótesis específica 1

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,756	,571	,142	1,970

Fuente: Elaboración propia

NOTA: La variable independiente es incremento de arena gruesa y maguey

Se observa en el cuadro de la ANOVA la columna sig. 0,0429, este es un indicador que se rechaza la hipótesis nula. Se puede agregar que existe una correlación cuadrática en un 75.6%

d) Conclusión

La incorporación de arena gruesa y fibra de maguey impacta en la resistencia en la compresión de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llacllín-Ancash a un n.s del 0.05

4.4.2 El Planteo de la Hipótesis Específica 2: Rapidez Inicial de Absorción

a) **Ho:** "La incorporación de arena gruesa y fibra de maguey NO impacta en la rapidez inicial de absorción de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llacllín-Ancash"

H1: "La incorporación de arena gruesa y fibra de maguey impacta en la rapidez inicial de absorción de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llacllín-Ancash"

b) **N.S:** 0.05

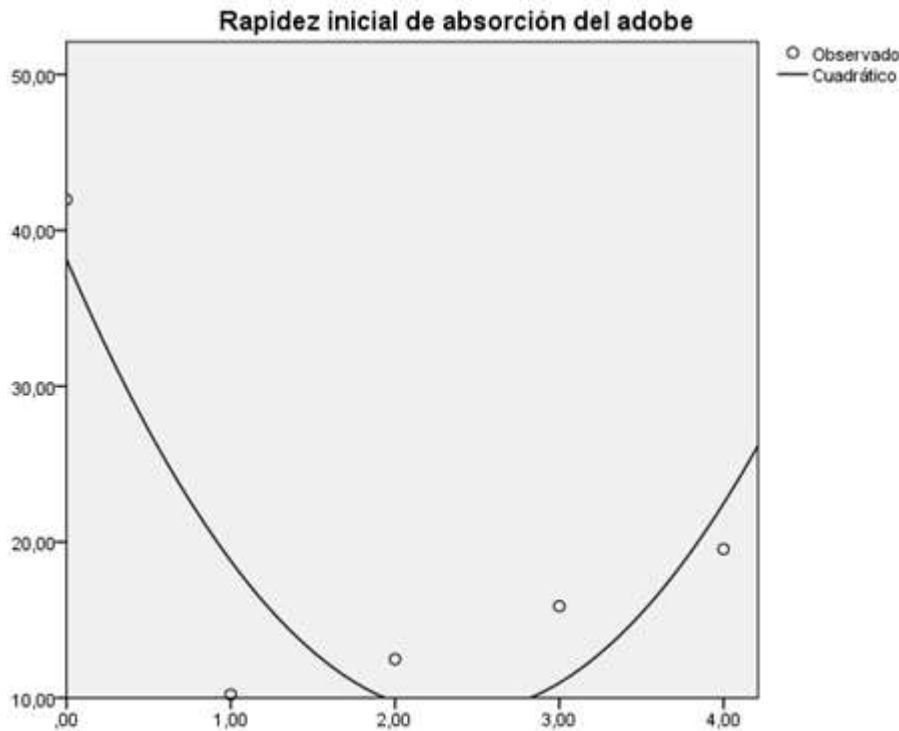


Figura 85. Rapidez inicial de absorción

Fuente: Elaboración propia en SPSS

c) La Contratación de la Hipótesis regresión cuadrática prueba de la ANOVA

Tabla 58.

Contratación de la hipótesis específica 1- prueba de la ANOVA

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	523,612	2	261,806	4,070	,0197
Residual	128,639	2	64,319		
Total	652,251	4			

Fuente: Elaboración propia

NOTA: La variable independiente es incremento de arena gruesa y maguey.

Tabla 59.

Coefficientes del modelo de regresión cuadrática para la hipótesis específica 2

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
Incremento de arena gruesa y maguey	-24,486	8,941	-3,032	-2,739	,111
Incremento de arena gruesa y maguey ** 2	5,142	2,143	2,656	2,399	,139
(Constante)	38,136	7,548		5,053	,037

Fuente: elaboración propia

El modelo matemático es: $\hat{Y} = 38,136 - 24,486x + 5,142x^2$

Tabla 60.

Resumen del modelo de la hipótesis específica 2

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,896	,803	,606	8,020

Fuente: Elaboración propia

NOTA: La variable independiente es incremento de arena gruesa y maguey

Finalmente se observa en el cuadro de la ANOVA la columna sig. 0,0197 es un indicador que se rechaza la hipótesis nula.

Podemos afirmar que el coeficiente de correlación cuadrática es casi perfecto.

d) Conclusión

Se puede concluir, que la adición de arena gruesa y fibras de maguey impacta en la rapidez inicial de absorción de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llaullín- Ancash mediante el análisis estadístico de regresión cuadrática es válido con la prueba de f de Fisher del análisis de varianza (ANOVA), a un nivel de significancia del 5%.

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo a los resultados de los ensayos realizados aceptamos la hipótesis general que establece que la incorporación de arena gruesa y fibra de maguey impacta en las propiedades de las piezas de adobe favorablemente. Respetando a las normas vigentes, (Ministerio de Vivienda C. y., 2017), (Ministerio de Vivienda C. , 2006) y (NTP 399.613, 2017), y haciendo la comparación con el adobe estándar de la localidad; es decir, con el adobe tradicional usado como patrón, los resultados a la compresión evidencian un incremento de hasta 15.24 kg/cm² (18.60%) de resistencia y en los ensayos de rapidez inicial de absorción, la mejora es hasta 19.55 g/min/200 cm² (53.41) %. En promedio, los resultados de mejora en los ensayos realizados de resistencia a la compresión y rapidez inicial de absorción fueron de 5.53% y 65.38% respectivamente.

A partir de los hallazgos encontrados se puede determinar que la hipótesis específica número uno (01) se acepta estableciéndose que efectivamente la incorporación de arena gruesa y maguey si impacta en la resistencia en la compresión de las piezas de adobe. Esto tiene gran importancia puesto que en la medida que se realiza la variación de arena gruesa y fibra de maguey en la elaboración de adobes, le aportará a sus propiedades convirtiéndolo en un material resistente e idóneo para la fabricación de viviendas y atendiendo a lo establecido en las normas técnicas, lo cual es necesario considerar al momento de realizar cualquier tipo de construcción la incorporación de estos materiales que le brindará mayor confianza al momento de seleccionarlo como un material seguro que está a prueba de compresión y sobre todo que, dada la composición del mismo, se estima como un material de costos accesibles generado a partir de materiales que pueden formar parte de la materia prima local.

Estos resultados son contrastables con lo que se exponen a partir de (Florez & Limpe, 2019) donde en su estudio determinan que la fibra de maguey, en contraste de la paja, incrementa la resistencia mecánica. Los autores obtuvieron una resistencia promedio a compresión axial de pilas de adobe de todas las muestras supera el mínimo de 10.2kg/cm² acorde a (Norma E.080, 2017). Aun cuando en este estudio no ha realizado la combinación de arena gruesa y maguey, al menos se ha determinado la efectividad de la fibra de maguey y cómo esta aporta a la resistencia mecánica de los adobes. Por otro lado, (Chuya & Ayala, 2018) determinaron que comportamiento mecánico de los adobes reforzados con fibra de vidrio fueron excelentes en los distintos casos de estudio analizados, por lo que, la fibra de vidrio es un buen material de

refuerzo en las piezas de adobe lo cual no es del todo similar al estudio que se ha realizado, pero permite comparar como la adición de materiales que puede favorecer la resistencia de compresión en las piezas de adobe.

Los adobes tradicionales ensayados cumplen con la resistencia que exige la Norma E.080, (2017), de 10.2 Kg/cm², lo cual es el mínimo rango de esfuerzo admisible; sin embargo, se pretende mejorar la resistencia con el uso adecuado de nuestra cantera y con el proceso óptimo de elaboración de los adobes. Lo cual, le da la oportunidad de ser considerado en el futuro a mediano plazo como un material a utilizar para la construcción de viviendas a nivel de la localidad donde se ha realizado el estudio. Comparando con el estudio realizado por (Aliaga & Gonzales, 2020) estos presentan una propuesta sostenible y económica para el refuerzo a base de fibras naturales de maguey que mejore la resistencia de muros de viviendas de adobe haciendo uso de la Norma E.080 (Ministerio de Vivienda C. y., 2017), Diseño y Construcción con Tierra Reforzada. Este estudio se diferencia en el hecho de que ellos no utilizan otros materiales como arena gruesa en la composición.

Se realizó análisis granulométrico, el cual corresponde al suelo usado para la presente investigación; el cual indica los pesos que retiene cada tamiz, dichos hallazgos se reflejan en el apartado de metodología, específicamente en desarrollo de objetivos, que señalan los diámetros de las partículas colocadas en escala logarítmica, pudiendo identificar así el tipo de material; acorde a la clasificación AAHSTO es un CL – Arcilla de baja plasticidad, esto le genera la oportunidad de fabricación atendiendo las condiciones propias de la localidad puesto que los materiales se encuentran a disposición del área sujeto de estudio. Esto se compara con los resultados encontrados por (Aliaga & Gonzales, 2020) donde a partir de los ensayos de granulometría se encontró que los bloques de adobe hechos a partir del diseño de mezcla propuesto que supone insumos de arcilla y limo, paja, arena y agua bajo de la norma (E080, 2006), obteniendo una resistencia a la compresión de 13.53 Kg/cm². Si embargo, la resistencia a la compresión no es acorde con lo que en este estudio se halla, debido a que se ha usado mayor porcentaje de arena en relación al estudio realizado por (Saroza, Rodríguez, Menéndez, & Barroso, 2008) donde los suelos S1 a S6 ofrecieron resistencias a compresión simple superiores a 1 MPa (10 kg/cm²), ocurriendo que todas las muestras tuvieron más del 50% de arena.

Al hacer el análisis de la hipótesis específica número dos (02) donde se establece que incorporación de arena gruesa y fibra de maguey impacta en la rapidez inicial de absorción de las piezas de adobe, esto lo hace un material con propiedades que le permiten mayor durabilidad frente a condiciones ambientales de humedad tal, como (Jiménez, 2012) menciona que las muestras de arena gruesa con mayor granulometría promedio disminuyen más rápidamente su humedad respecto a las muestras de menor granulometría promedio; por su parte (Taboada Castro, Rodríguez Blanco, & Oropeza Mota, 2011) indican que el material grueso ensamblado origina una estructura prácticamente impermeable, tales como las que normalmente se presentan en la localidad de estudio, aun cuando al ser comparado con otros estudios se refleja el que la humedad como tal se convierte en factor en contra de los adobes, la incorporación de estos materiales le brinda la oportunidad de un mejor desempeño, y esto al ser comparado con el estudio realizado por (Aliaga & Gonzales, 2020) este determina que el enemigo principal de las edificaciones en la zona es la humedad, por efecto de las lluvias, no se indica si la incorporación de estos componentes incide directamente en la rapidez de absorción. Por su parte (Torres, 2015) menciona en su investigación la falta de mantenimiento en los revoques, ha provocado que la humedad continúe su proceso de deterioro. Por su parte (Giles, Scarponi, & Galindez, 2007) en su estudio han determinado que para mejorar la rapidez de absorción los adobes, se recomienda que los adobes pasen por el secado en sombra, por no menos de una semana, en un espacio plano y limpio, situando arena fina en suelo y adobes. Con el objetivo de que se sequen más fácilmente los adobes, se pondrán de canto, tan pronto como se pueda. La etapa de secado dura 15 días en promedio.

El contenido de humedad presente en el suelo es un 5.1%, esto indica un nivel de humedad bajo según los criterios establecidos en (NTP 399.613, 2017), esto establece una ventaja puesto que puede ser utilizado como material para construcción de viviendas en condiciones donde ocurran precipitaciones de condición moderada. Por su lado (León B. , 2019) en su estudio determina que el contenido de humedad presente en el suelo con un porcentaje de 2.629 %, indica que es un nivel de humedad bajo, lo cual si se compara con 5.1% del estudio en mención es mucho más bajo, lo cual determina una ventaja para el proceso de absorción de humedad en la fabricación de adobes.

En la investigación realizada la muestra presentó los límites de consistencia, señalando: límite líquido de 36%, un límite plástico de 18% y un índice de plasticidad de 18%, estos resultados

no están del todo alejados con los encontrados en otros estudios, lo que determina que efectivamente el estudio proporciona una visión de aprovechamiento de materiales a nivel local, creando un adobe con incorporación de nuevos materiales que puede ser utilizado como una alternativa a bajo costo para la construcción de viviendas en la localidad de estudio o regiones aledañas, esto a su vez se ha comparado con el estudio realizado por (León B. , 2019) en su investigación determina que los límites de consistencia fueron de límite líquido de 34.62%, límite plástico de 21.67% e índice plasticidad de 12.95%. Lo cual son bastante similares a los encontrados en este estudio.

Las muestras de adobe con incorporación de arena gruesa y fibra de maguey superan el valor mínimo que exige la Norma E.080 (2017) lo cual proporciona un indicador de seguridad para quienes deseen utilizar este tipo de adobes en la construcción de viviendas, de hecho, el incorporar materiales de tipo natural no solo estima nuevas alternativas accesibles para las personas de escasos recursos económicos, sino que se orienta hacia el aprovechamiento de los recursos locales, el que este tipo de adobes resulten con mayores propiedades en relación a los convencionales, comentado por (Rimac, 2016), quien menciona como producto de su investigación que efectivamente con la adición de la fibra de maguey debido a su origen natural, se puede mejorar las propiedades de resistencia a la compresión de la mampostería de adobe tradicional dado que la fibra es tan resistente que se utiliza para amarrar los armazones de los techos en las viviendas de adobe. Sin embargo, no se comenta nada al respecto del uso de la arena gruesa.

Sobre los parámetros para la adición de arena gruesa en la elaboración de adobes, en la investigación se realiza dicha proporción atendiendo desde un 24% hasta un 14% en la muestra No. 1 hasta la No. 4, la incorporación de materiales como la arena gruesa, arena o arcilla debe de realizarse de forma tal que favorezca la obtención de un producto final consistente y logre tener un nivel de compresión y rapidez de absorción de humedad de conformidad con lo establecido en la normas técnicas, esto se encuentra en sintonía con lo expuesto en su investigación por (Vélez, 2000) quien menciona que no hay en la actualidad un acuerdo sobre las recomendaciones de los porcentajes de arcilla y arena que requiere el adobe para construir. Sin embargo, sí se tienen acuerdos respecto a que la cantidad de arcilla que debe tener el suelo debe superar el 15%.

Es un hecho que el adobe es visto como una alternativa al momento de construcción de viviendas; lo cual, a su vez, viene siendo dado por factores culturales ancestrales. Los resultados de los procesos de comprensión en general han dado un promedio de 12.79 Kg/cm, lo cual no significa que los adobes sujetos de estudio estén por encima de la media estándar; sin embargo, esto le da la ventaja de resistencia que es una propiedad que se requiere y se hace necesaria al momento de realizar construcción de viviendas, lo cual no dista de los estudios realizados por (Giles, Scarponi, & Galindez, 2007) quienes afirman que los adobes no necesitan de tener una gran resistencia a la compresión, deben poderse manipular, con dimensiones uniformes, sin alveos y sin de rajaduras. Se requiere, para que no haya grietas, añadir paja al barro de 0.10 m de longitud en una proporción en volumen, no menor a una parte de paja por seis de suelo.

De acuerdo a los resultados producto de la investigación se ha determinado que la proporción tradicional de materiales que se han utilizado en las canteras de tierra negra (M-0) correspondientes a Arcilla y Limo 53%, paja 12% y agua 35% y tierra amarilla (M-A) correspondientes a Arcilla y Limo 50%, paja 12% y agua 38%; los cuales se asemejan a lo que desarrollo (Aliaga & Gonzales, 2020) quien expresa que en su investigación, los bloques de adobe que se crearon con base en el diseño de mezcla propuesto que consiste en los insumos de arcilla y limo (60%), agua(15%) paja (10%) y bajo la Norma E.080 (2017), esto proporciona seguridad al momento de recomendar la construcción de adobes con este tipo de proporciones, ya que aun cuando sus resultados son novedosos en este contexto si existe evidencia científica a través de otros estudios que la misma funciona y puede ser utilizada para la construcción de viviendas por sus propiedades como material de obras y las ventajas al ser un material más económico como más seguro en comparación a otros materiales tradicionalmente utilizados.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- Con base en el Objetivo general, se concluye que efectivamente la incorporación de arena gruesa y fibra de maguey impacta en las propiedades de resistencia a la compresión y rapidez inicial de absorción de las piezas de adobe para viviendas. Se ha logrado determinar que el impacto de la incorporación de fibra de maguey con arena gruesa en el ensayo de compresión es muy significativo ya que la Norma E.080 (2017) indica un mínimo de 10.2 Kg/cm², resultado de los ensayos muestrales diversos para cada uno aleatoriamente dando un promedio de 12.79 Kg/cm².
- De acuerdo con el Objetivo Específico 1, se puede concluir que la incorporación de arena gruesa y fibra de maguey impacta y mejora el comportamiento de la resistencia a la compresión de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llaullín-Ancash. Específicamente, el impacto de la incorporación de arena gruesa y fibra de maguey mejora la resistencia a la compresión a medida que se adiciona el porcentaje de la fibra de maguey en las unidades de adobe en proporciones de 2 %, 4%, 6% y 8 %, cumpliendo con la resistencia mínima según Norma E.080, (2017).
- Además, se concluye, según el Objetivo Específico 2, que la adición de arena gruesa y fibras de maguey impacta en la rapidez inicial de absorción de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llaullín-Ancash. Específicamente, el impacto de la incorporación de arena en proporciones de 14 %, 20%, 22% y 24% disminuye el porcentaje de absorción de la humedad en las unidades de adobe. En un índice promedio mejor y en la prueba de succión rápida del adobe, las unidades de adobe con incorporación de fibra de maguey y arena gruesa en 4% y 22% respectivamente presenta un menor índice de gr/cm²/min de succión de agua que las unidades de adobe tradicional elaborado con paja.
- Respecto al Objetivo Específico 3, se describe el proceso de elaboración para obtener las piezas de adobe con incorporación de arena y fibra de maguey: Se adoptaron los especímenes 1, 3 y 4, por tener mayor resistencia a la compresión según la norma técnica: 10.2 Kg/cm². Se evidenció que la tierra tuviera suficiente arena y arcilla, se

trabajó proporciones de acuerdo a la Norma Técnica E.080. En el ensayo de compresión se cumplieron los estándares para que se haga con el promedio de las cuatro mejores muestras, y que sea igual o mayor a la resistencia última indicada, después de 28 días de secado unidades de adobe con incorporación de arena gruesa y fibra de maguey. Se realizaron ensayos en medias unidades secas y enfriadas, con la altura y el ancho total de la unidad original, y longitud igual a la mitad de la longitud total de la unidad ± 25 mm. Cuando el tiempo de reposo es de más días de lo previsto, las unidades muestran el mayor impacto físico-mecánico en comparación a un tiempo menor. Asimismo, se verificó que la estabilización de adobe con la arena gruesa y fibra de maguey logra mejorar la resistencia a la compresión significativamente, reduciendo la porosidad, se puede decir que su mayor aporte está en la reducción de la penetración del agua.

6.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar para la elaboración de las unidades de adobe fibra de maguey del 8% para evitar alabeos y fisuras.
- Se recomienda utilizar para la elaboración de las unidades de adobe, la arena gruesa al 14%, ya que este presenta menor absorción y succión de agua a comparación del adobe tradicional.
- Ampliar las dosificaciones en mayores porcentajes de adición de fibra de maguey; a fin de evaluar el incremento de la resistencia, que se encuentra principalmente en la estabilización de la unidad de adobe.
- Es recomendable considerar un mayor porcentaje de utilización de agua en las dosificaciones a fin de realizar una mejor mezcla en campo para obtener mejor trabajabilidad de la unidad de adobe.
- Se recomienda evaluar los ensayos de resistencia a compresión de las unidades de adobe a mayor periodo de tiempo de secado, ya que estas incrementan la resistencia con el tiempo, es decir, es directamente proporcional.

BIBLIOGRAFÍA

- AENOR. (2008). *Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo*. ESPAÑA: Asociación Española de Normalización y Certificación.
- Alfaro, C. (2019). *Adobe estabilizado mediante el empleo de fibras sintéticas de polipropileno, Tunarmarca-Jauja*. Jauja.
- Aliaga, S., & Gonzales, E. (2020). Propuesta de mallas de fibras de maguey para mejorar la resistencia de muros de adobe en el distrito de Bolognesi - Ancash. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas*, 1-144.
- Arce, R., & Arodriguez, V. (2014). *Propuesta del empleo del adobe reforzado con Geomalla en la construcción de viviendas unifamiliares de un piso en el pueblo joven Yanama-Ayacucho*. ayacucho.
- Benites, V. (2017). *Adobe estabilizado con extracto de cabuya (Furcraea andina)*. Piura: Universidad de Piura.
- Blondet, G., & Brzev. (2003). *El adobe secadas al sol en la antigüedad*. España.
- Blondet, M., Garcia, G., & Brzev, S. (2003). *Construcciones de Adobe Resistente a los Terremotos*. Lima, PERÚ: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Blondet, M., Neumann, J., & Tarque, N. (2015). *Casas sismoresistentes y saludables de adobe reforzado con cuerdas*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú PUCP.
- Cabrera, A., & Huaynate, G. (2010). *Mejoramiento de las construcciones de adobe ante una exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones*. Lima.
- Callister, & Rethwisch. (2014). *Análisis de resultados de los tipos de suelos*.
- CAPECO. (2020). Situación mundial COVID-19, Industria de la Construcción y General. *Informe Semanal*.
- Castañeda, M. B., Cabrera, A., & Navarro, Y. (2010). *Procesamiento de datos y análisis estadísticos utilizando SPSS*. Porto Alegre: ediPUCRS.
- Chuya, E., & Ayala, M. (2018). *Adobe tradicional con adobe reforzado con fibra de vidrio*. Cuenca.
- Condori, A., & Solano, Y. (2019). *Influencia de la fibra de Maguey en la compresión, tracción y absorción del adobe*. Huancavelica.

- Danae. (2008). *Estimación e Interpretación del Coeficiente de Variación de la Encuesta Coceensal*. Colombia.
- De la Peña, E. (2007). *Propiedades de los adobes para viviendas tradicionales*. Piura.
- E080, N. (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima: El Peruano.
- Florez, F., & Limpe, Y. (2019). Influencia de la fibra de Maguey (*Furcraea andina*) en las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe tradicional, Cusco-2018. *Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco*, 1-192.
- Giles, B., Scarponi, J., & Galindez, F. (2007). *Recomendaciones para las Construcciones de adobe*. Argentina.
- Ginell, W., & Tolles, L. (2000). Seismic Stabilization of Historic Adobe Structures. *Journal of the American Institute for Conservation*, 39.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill/Interamericana Editores.
- INDECI. (2009). *Compendio Estadístico de Prevención y Atención de Desastres 2007*. Lima.
- INEI. (2005). *Censos Nacionales X de Población y V de Vivienda - Resultados definitivos*. Lima.
- ISO 17892-4:2016. (2019). Investigación y ensayos geotécnicos, ensayos de laboratorio de suelos Parte 4: Determinación de la distribución granulométrica. *UNE Normalización Española*.
- Jiménez, D. A. (2012). Caracterización del factor de forma real para arenas industriales transportadas por bandas. *Minería&Geología*, 56.
- Kuroiwa, J. (2002). *Reducción de desastres*. Lima, Perú: Quebecor World Perú S.A.
- León, B. (2019). *Resistencia a la compresión en adobe, estabilizado en 2% y 3% con cenizas de cascara de huevo y cascara de arroz*. Chimbote.
- León, B. (2019). Resistencia a la compresión en adobe, estabilizado en 2% y 3% con cenizas de cascara de huevo y cascara de arroz. *Universidad San Pedro*, 109.
- Manual. (2016). *Manual de autoconstrucción de unidades habitacionales de adobe*.
- Ministerio de Vivienda , C. (2006). Albañilería. En M. d. Saneamiento, *Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE* (pág. 5). Lima: El Peruano.

- Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). *Diseño y Construcción con Tierra Reforzada*. En c. y. Ministerio de Vivienda, *Diseño y Construcción con Tierra Reforzada* (págs. 1-24). Lima: El Peruano.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento. (2010). *Edificaciones Antisísmicas de Adobe*. Lima, PERÚ: Manual de Construcciones.
- Minke, G. (2001). *Manual de construcción para viviendas antisísmicas*. 2^a ed. . Alemania: Universidad de Kassel.
- NTE INEN 488. (2009). Cemento hidráulico, determinación de la resistencia a la compresión de morteros en cubos de 50 mm de arista. *Norma Técnica Ecuatoriana*, 02-324.
- NTE INEN-ISO 2554. (2014). Plásticos, resinas de poliéster no saturado, determinación del índice de hidroxilo (Iso 2554:1997, IDT). *Norma Técnica Ecuatoriana*, 1-5.
- NTP 399.613. (2017). *Unidades de Albañilería. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería*. Lima: INACAL.
- Nunura, C., Lecaros, C., & Delgado, R. (2018). *TECSUP*. Obtenido de TECSUP: <https://www.tecsup.edu.pe/sites/default/files/page/file/revista/Volumen-12/Articulo-8.pdf>
- O'Dogherty, M., Huber, J., Dyson, J., & Marshall, C. (25 de Mayo de 2002). *SCIENCEDIRECT*. Obtenido de SCIENCEDIRECT: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0021863485710724#!>
- Ortiz, D. (2019). *Efectos de la incorporación de cuatro porcentajes (2.5%, 5%, 7.5% y 10%) de estiércol de caballo en la resistencia a la compresión y flexión del adobe*. Cajamarca.
- Pineda, E., & Uribarri, D. (2014). Propiedades químicas y creencias curativas populares. *Ciencia y Desarrollo*, 77-83.
- Quezada, R. a., & Aguilar, E. D. (2017). Caracterización física y mecánica del adobe en el Cantón Cuenca. *Universidad de Cuenca*, 1-107.
- Rimac, N. (2016). *Estudio de la resistencia a la compresión del adobe estabilizado, en 0.75% y 1%, del peso con fibra de agave (agave americana I.), en la localidad de Chiuipampa-distrto de Huaraz-departamento de Ancash*. Huaraz.
- Rivera, C. (2016). Aporte del Agave americana a los servicios ecosistémicos en la comunidad campesina de Joras-Piura. *Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria la Molina, Facultad de Ciencias Ambientales*.

- Rodriguez, M, Saroza, B, Nolasco, P., & Barroso, J. (2014). Some recommendations for the construction of walls using adobe bricks. *DYNA Colombia*, 152.
- Rosete Barrera, D. E. (2009). Propuesta de un sistema de demedulad, para la obtención de la fibra de bagazo de agave tomando de los desechos de las fábricas tequileras Arandas Jalisco. *Instituto Politécnico Nacional de Mexico*, 38.
- Sahu, P. (2017). Sisal fibre and its polymer-based composites. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*. 1759-1780.
- San Bartolomé, A., & Quiun, D. (2012). Investigaciones experimentales y propuesta de diseño sísmico para la mampostería de adobe confinado.
- Saroza, B., Rodriguez, A., Menéndez, J., & Barroso, I. (2008). *Estudio de la resistencia a compresión simple del adobe elaborado con suelos procedentes de Crescencio Valdés, Villa Clara, Cuba*. Cuba.
- Saroza, B., Rodríguez, M., Menéndez, J., & Barroso, I. (2008). Estudio de la resistencia a compresión simple del adobe elaborado con suelos procedentes de Crescencio Valdés, Villa Clara, Cuba. *Informes de la Construcción*, 41-47.
- Scarponi, J., & Galindez, F. (2012). *Recomendaciones para las construcciones de adobe*. Argentina.
- Taboada Castro, Rodríguez Blanco, & Oropeza Mota. (2011). Vulnerabilidad estructural en suelos de textura gruesa bajo cultivo y huerta. *TERRA Latinoamericana*, 19.
- Tejada, U. (2001). *Buena Tierra Apuntes para el diseño y construcción con adobe*. Lima: CIDAP.
- Torres, A. (2015). *Estudio sobre Diseño Sísmico en Construcciones de Adobe y su Incidencia en la Reducción de Desastres*. Quito.
- Valencia, Y., Ramirez, M., Toro, M., & Echeverri, O. (2003). Impacto de ondas sobre taludes. *DYNA*, 50-51.
- Vargas-Nehumann, J., & Blondet, M. (1984). *Resistencia Sísmica de la Mampostería de Adobe*. Lima, PERÚ: Proyecto de la PUCP.
- Vargas-Neumann, J., Blondet, M., & Ginocchio, F. (2008). *Uso de Grouts de Barro Líquido para Reparar Fisuras Estructurales en Muros Históricos de Adobe*. Valladolid.
- Vázquez, E. (2016). Estudio comparativo usando ecotecnologías en viviendas de madera, adobe y concreto. Universidad Autónoma de Chiapas, facultad de ingeniería. 250.

- Vélez, G. (2000). El increíble silencio de las paredes del barro. ICVA. I Congreso Virtual de Arquitectura. *Conferencia del Microcurso A8. Arquitectura de barro*. Caracas, Venezuela.
- Yamín, L. E., Pillips, C., Reyes, J. C., & Ruiz, D. (2007). Estudios de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y refuerzo de casas en adobe y tapia pisada. *APUNTES vol. 20, núm. 2*, 286-303.
- Yanez, D. (2018). *Investigación Explicativa: Características, Técnicas y Ejemplos*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/investigacion-explicativa/>

ANEXOS

ANEXO N.º 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Matriz de Consistencia

VARIABLES

Variable Independiente

- Incorporación de arena gruesa y fibra de maguey

Variable Dependiente

- Propiedades de resistencia a la compresión y rapidez inicial de absorción de las piezas de adobe para viviendas

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Metodología
<p>Pregunta General</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo la incorporación de arena gruesa y fibra de maguey impacta en las propiedades de resistencia a la compresión y rapidez inicial de absorción de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llacllín-Ancash, 2019? 	<p>Objetivo General</p> <ul style="list-style-type: none"> • Describir cómo la incorporación de arena gruesa y fibra de maguey impacta en las propiedades de resistencia a la compresión y rapidez inicial de absorción de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llacllín-Ancash, 2019 	<p>Hipótesis General</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ha: La incorporación de arena gruesa y fibra de maguey impacta en las propiedades de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llacllín-Ancash, 2019. • H0: La incorporación de arena gruesa y fibra de maguey no impacta en las propiedades de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llacllín-Ancash. 	<p>Tipo de Investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Investigación aplicada <p>Nivel de Investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descriptivo <p>Método de Investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analítico -Sintético
<p>Preguntas Específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo la incorporación de arena gruesa y fibra de maguey impacta en la resistencia a la compresión de las piezas de adobe para viviendas, distrito de 	<p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Describir cómo la incorporación de arena gruesa y fibra de maguey impacta en la resistencia a la compresión de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llacllín- 	<p>Hipótesis Específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ha: La incorporación de arena gruesa y fibra de maguey impacta en la resistencia en la compresión de las piezas de adobe para viviendas, distrito de 	<p>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</p> <p>Variables:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incorporación de arena y fibra de maguey <p>Técnica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Experimental <p>Instrumento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ficha de laboratorio

<p>Llaullín-Ancash, 2019?</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo la incorporación de arena gruesa y fibra de maguey impacta en la rapidez inicial de absorción de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llaullín-Ancash, 2019? • ¿Cuál es el proceso de elaboración para obtener las piezas de adobe con incorporación de arena gruesa y fibra de maguey en el distrito de Llaullín-Ancash, 2019? 	<p>Ancash, 2019.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Describir como la incorporación de arena gruesa y fibra de maguey impacta en la rapidez inicial de absorción de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llaullín-Ancash, 2019. • Describir cuál es el proceso de elaboración para obtener las piezas de adobe con incorporación de arena y fibra de maguey en el distrito de Llaullín-Ancash. 	<p>Llaullín-Ancash.</p> <ul style="list-style-type: none"> • H0: La incorporación de arena y fibra de maguey no impacta en la compresión de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llaullín-Ancash. • Ha: La incorporación de arena gruesa y fibra de maguey impacta en la rapidez inicial de absorción de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llaullín-Ancash. • H0: La incorporación de arena gruesa y fibra de maguey no impacta en la rapidez inicial de absorción de las piezas de adobe para viviendas, distrito de Llaullín-Ancash. 	<p>Diseño de Investigación Dosificación</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2.5% de fibra y arena • 5% de fibra y arena • 7.5% de fibra y arena • 10% de fibra y arena <p>Población, muestra y muestreo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Población: • Muestra: • Muestreo: Aleatorio simple
---	---	--	---

ANEXO N.º 2: EXPEDIENTE DE VALIDACIÓN

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor Durand Lanazca Elvis

Presente. -

Asunto: **VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.**

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo bachiller en Ingeniería Civil de la Universidad Privada del Norte, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optaré al grado de Ingeniero Civil.

El título de mi proyecto de investigación es: "*Incorporación de arena gruesa con maguey para optimizar la resistencia a la compresión y rapidez inicial de absorción en las unidades de adobe del distrito de Llaullín-Ancash*" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temáticas ingenieriles y/o investigación en ciencias e ingeniería.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Bach. Romel Alcides Tapia Cadillo
DNI N° 43634412

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

VARIABLE INDEPENDIENTE:

VARIABLE: Incorporación de arena y fibra de maguey

(Florez & Limpe, 2019) en su investigación denominada "Influencia de la fibra de Maguey en las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe" donde se ensayaron en total 125 muestras entre unidades de adobes, cilindros de mortero de barro, pilas y muretes de adobe tradicional con paja y con fibra de maguey. Las pilas y muretes son elaborados con unidades de adobe de 25x13x9 cm, cuyas medidas cumplen con las relaciones recomendadas en la Normativa vigente (Norma E.080, 2017). La fibra de maguey mejora significativamente las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe, la adición de fibra de maguey en 0.20% (Muestra Tipo 5) aporta 11.79% de resistencia a compresión axial en pilas. Por lo que se puede decir que la fibra de maguey aporta mayor resistencia mecánica en comparación de la paja. Se obtuvo que la resistencia promedio a compresión axial de pilas de adobe de todas las muestras supera el mínimo requerido por la (Norma E.080, 2017), que es de 6.12kg

Dimensiones de las variables:

Dimensión "Incorporación de arena".

Según lo expuesto por (Alfaro, 2019) de su estudio sobre la Norma (Norma E.080, 2017), define a la arena gruesa como un material componente inerte del suelo, conformada por partículas de roca de tamaños que varían entre 0.6 mm y 4.75 mm (mallas N°30 y N°4 ASTM), tienen un comportamiento estable en contacto con el agua y carecen de propiedades cohesivas. Forma la estructura granular resistente del barro luego del proceso de secado al mismo tiempo que reduce el número y espesor de las fisuras que se generan durante este proceso, con lo que existe un incremento en la resistencia del adobe según se ha demostrado en estudios de laboratorio.

La Norma (Norma E.080, 2017), define a la arena gruesa como un material componente inerte del suelo, conformada por partículas de roca de tamaños que varían entre 0.6 mm y 4.75 mm (mallas N°30 y N°4 ASTM), tienen un comportamiento estable en contacto con el agua y carecen de propiedades cohesivas. Forma la estructura granular resistente del barro luego del proceso de secado al mismo tiempo que reduce el número y espesor de las fisuras que se generan durante este proceso, con lo que existe un incremento en la resistencia del adobe según se ha demostrado en estudios de laboratorio.

Dimensión "Incorporación de fibra de maguey".

(Sahu, 2017) presenta en su investigación relacionada con el uso de la fibra de maguey lo siguiente: La composición química de la fibra de maguey varía según la especie, las condiciones climáticas, el tipo de suelo y el tipo de procesamiento de la fibra, pero de manera general se ha encontrado la presencia de celulosa, hemicelulosa y lignina como sus componentes principales. "La hemicelulosa y lignina en las fibras naturales se encargan de proteger las fibras de celulosa de las agresiones externas y al mismo tiempo transmitir las tensiones a las que se somete al conjunto del material". Y su incorporación en la elaboración de adobes trae consigo beneficios para la resistencia y absorción de la humedad.

La incorporación de la fibra de maguey pueden ser variables debido a diversos factores que influyen en el tipo de resistencia, sin embargo, cabe señalar que la cantidad de celulosa determina la resistencia mecánica de la fibra y de acuerdo con esto se deduce valores de resistencia aproximados de acuerdo con la composición química representativa de la fibra de maguey (Florez & Limpe, 2019).

VARIABLE DEPENDIENTE

VARIABLE: Propiedades de resistencia a la compresión y rapidez inicial de absorción de unidades de adobe

Según (Quezada & Aguilar, 2017) en su investigación denominada "Características de resistencia a la compresión y rapidez inicial de absorción del adobe en el Cantón Cuenca" determina las características de resistencia a la compresión y rapidez inicial de absorción del adobe para su uso en el diseño estructural de edificaciones en el cantón Cuenca. Y el método utilizado es la investigación aplicada. Diseño de investigación experimental. Método deductivo inductivo. Para realizar los gráficos de distribución de probabilidad próxima de los módulos de elasticidad de los muretes de adobe, se utilizaron los módulos de elasticidad de las cuatro muestras de cada fábrica de adobe, a partir de ello se generó la curva log normal. Los ensayos de compresión del adobe y muretes, las resistencias del murete a tracción indirecta siguieron los parámetros de la normativa peruana

Dimensiones de las variables:

Dimensión "Propiedades mecánicas".

De acuerdo con Catalán (2019) en su investigación "Obtención de las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe mediante ensayos de laboratorio" define que las propiedades mecánicas son aquellas propiedades de los sólidos que se manifiestan cuando aplicamos una

fuerza. Las propiedades mecánicas de los materiales se refieren a la capacidad de los mismos de resistir acciones de cargas: las cargas o fuerzas actúan momentáneamente, tienen carácter de choque.

Una de las propiedades mecánicas que se han desarrollado en este estudio se describe a continuación.

Resistencia a compresión

Según la Norma (NTP 399.613, 2017). Unidades de Albañilería. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. El valor de esfuerzo resistente en compresión se obtendrá en base al área de la sección transversal, definiéndose la resistencia última o como el valor que sobrepase en el 80% de las piezas ensayadas. La resistencia a compresión de la unidad es un índice de la calidad de la misma y no de la albañilería.

Resistencia a la tracción por flexión

Según la Norma ASTM C – 67. Norma de métodos de prueba de ensayo y prueba de ladrillos de arcilla estructurales. Se ejecuta en la máquina de compresión sobre una unidad de adobe entera, la cual se apoya en una luz y se carga en el centro. El ensayo consiste en producir un esfuerzo de tracción por flexión hasta la ruptura de la unidad.

Según Aliaga y González (2020)

Dimensión “Propiedades físicas”.

Según lo expresado por Salazar (2018) en su investigación “Evaluación de las propiedades físico - Mecánicas del adobe mejorado para la construcción “Establecer que las propiedades físicas Son las características propias de la naturaleza del material; no afectan ni la estructura ni la composición de los materiales. Se manifiestan sin necesidad de ninguna intervención. Las principales propiedades físicas son: 1. Densidad 2. Higroscopicidad 3. Conductividad térmica 4. Conductividad Eléctrica 5. Coeficiente de Dilatación 6. Comportamiento óptico Algunas de las propiedades físicas que se han estudiado son las que se describen a continuación;

Rapidez inicial de absorción

Según la Norma (NTP 399.613, 2017), Unidades de Albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de albañilería de concreto. El objetivo de esta prueba es conocer la capacidad de rapidez inicial de absorción de las muestras a ser ensayadas cuando alcanzan un estado de

saturación, en otras palabras, obtendremos un índice que refleje la capacidad de rapidez inicial de absorción da agua de los especímenes en un minuto. Además, la Norma (NTP 399.613, 2017), añade en el apartado de Absorción sumergir el espécimen seco y enfriado, sin inmersión parcial previa, en agua limpia (potable, destilada o agua de lluvia) a temperatura de entre 15.5°C a 30°C durante el tiempo especificado. Retirar el espécimen, limpiar el agua superficial con un paño y pesarlo. Pesar todos los especímenes dentro de los cinco minutos siguientes luego de ser retirados del agua.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variables	Dimensiones	Indicadores
Incorporación de arena y fibra de maguey	Incorporación de arena	Textura Gradación Absorción Resistencia Gravedad específica
	Incorporación de fibra de maguey	Cálculo de la rapidez inicial de absorción (succión) Cálculo del ensayo a la compresión
Propiedades de resistencia a la compresión y rapidez inicial de absorción de unidades de adobe	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión del adobe Capacidad de rapidez inicial de absorción
	Propiedades físicas	Resistencia a la tracción por flexión Filtración Desintegración de las unidades húmedas Densidad de las piezas Desarrollo de impermeabilidad

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE VARIABLE INDEPENDIENTE

Variable: Incorporación de arena y fibra de maguey

Nº	DIMENSIONES/Ítems DIMENSIÓN Incorporación de arena	Pertinencia ¹		Pertinencia ²		Pertinencia ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	¿Se logra la comprobación de la presencia de arcilla de un suelo mediante la prueba "Cinta de barro"?	X		X		X		
2	¿Se comprueba el control del agrietamiento se debe utilizar arena gruesa?	X		X		X		
3	¿Se logra la verificación de la combinación de arcilla y arena gruesa y se realiza la prueba "Control de	X		X		X		
4	¿Se logra controlar adecuadamente el contenido de humedad, para evitar o disminuir las fisuras de secado?	X		X		X		
5	¿Considera que la cantidad de agua requerida para moldear las unidades de adobe no ha excedido el 20%	X		X		X		
6	¿Se logra confirmar a través de prueba de campo la presencia suficiente de arcilla y se conoce la combinación adecuada de arcilla y arena gruesa?	X		X		X		
7	¿Se logra cernir la tierra antes de preparar el barro y luego someterla a un proceso de hidratación sostenida por lo menos 48 horas?	X		X		X		
8	¿Se logra el secado del bloque de adobe ha sido lento, el cual se ha realizado sobre tendales protegidos del sol y del viento?	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): PRESENTA SUFICIENCIA EL INSTRUMENTO PRESENTADO PARA REALIZAR LA INVESTIGACIÓN.

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. DURAND LANAZCA ELVIS DNI: 70416763

Especialidad del validador: Metodólogo – Máster en Diseño, Construcción y Explotación de Obras Hidráulicas – Investigador con especialidad en tecnología de materiales y/o suelos.

Lima, 19 de febrero del 2021

¹Pertinencia: **El ítem corresponde al concepto teórico formulado.**

²Relevancia: **El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.**

³Claridad: **Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.**

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE VARIABLE DEPENDIENTE

Variable: Propiedades de resistencia a la compresión y rapidez inicial de absorción de unidades de adobe

N°	DIMENSIONES/Ítems	Pertinencia ¹		Pertinencia ²		Pertinencia ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN Propiedades mecánicas							
1	¿Se logra la incorporación de arena gruesa y fibra de maguey en proporciones de 2.5%, 5%, 7.5% y 10% en las piezas de adobe a fin de	X		X		X		
2	¿Se determina que la resistencia a compresión sobrepase el 80% de las piezas ensayadas?	X		X		X		
3	¿Se logró determinar que la rapidez inicial de absorción alcanza un estado de saturación ante	X		X		X		
4	¿Se determina la carga aplicada vs desplazamiento vertical?	X		X		X		
5	¿Se ensayaron la totalidad de unidades de adobe tanto para la resistencia a la compresión como para el ensayo de rapidez inicial de absorción?	X		X		X		
	Dimensión. Propiedades físicas de los adobes							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): PRESENTA SUFICIENCIA EL INSTRUMENTO PRESENTADO PARA REALIZAR LA INVESTIGACIÓN.

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. DURAND LANAZCA ELVIS DNI: 70416763

Especialidad del validador: Metodólogo – Máster en Diseño, Construcción y Explotación de Obras Hidráulicas – Investigador con especialidad en tecnología de materiales y/o suelos.

Lima, 19 de febrero del 2021

¹Pertinencia: **El ítem corresponde al concepto teórico formulado.**

²Relevancia: **El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.**

³Claridad: **Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.**

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

ANEXO N.º 3: INFORME DE VALIDEZ DE CONTENIDO Y JUEZ DE EXPERTO

Lima 19 de febrero del 2021

Estimado Sr. Romel Alcides Tapia Cadillo, Bachiller en Ingeniería Civil de la Universidad Privada del Norte.

A solicitud de su persona, se procedió a revisar la matriz de consistencia, matriz de operacionalización y el instrumento que empleará para su investigación. Según detalle:

Título de la tesis	
Grado o título que aspira	Ingeniero Civil
Apellidos y Nombre del (los) tesista (s)	Romel Alcides Tapia Cadillo

Al respecto y de acuerdo con los indicadores mencionados se califica cada uno de los ítems:

Nº	DIMENSIONES/Ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³	
		Si	No	Si	No	Si	No
	DIMENSIÓN						
	Incorporación de arena						
1	¿Se logra la comprobación de la presencia de arcilla de un suelo mediante la prueba "Cinta de barro"?	X		X		X	
2	¿Se comprueba el control del agrietamiento se debe utilizar arena gruesa?	X		X		X	
3	¿Se logra la verificación de la combinación de arcilla y arena gruesa y se realiza la prueba "Control de fisuras" o "Dosificación suelo-arena gruesa"?	X		X		X	
4	¿Se logra controlar adecuadamente el contenido de humedad, para evitar o disminuir las fisuras de secado?	X		X		X	
5	¿Considera que la cantidad de agua requerida para moldear las unidades de adobe no ha excedido el 20% respecto al peso del contenido seco?	X		X		X	
6	¿Se logra confirmar a través de prueba de campo la presencia suficiente de arcilla y se conoce la combinación adecuada de arcilla y arena gruesa?	X		X		X	
7	¿Se logra cernir la tierra antes de preparar el barro y luego someterla a un proceso de hidratación sostenida por lo menos 48 horas?	X		X		X	
8	¿Se logra el secado del bloque de adobe ha sido lento, el cual se ha realizado sobre tendales protegidos del sol y del viento?	X		X		X	
9	¿Se lleva a cabo el procedimiento sobre el tendal (que no debe ser de pasto, ni empedrado, ni de cemento) y se ha espolvoreado arena fina para eliminar restricciones durante el encogimiento de secado?	X		X		X	

Dimensión: Incorporación de fibra de Maguey				
1	¿Se determina que el bloque de adobe terminado debe estar libre de materias extrañas, grietas u otros defectos que puedan degradar su resistencia o durabilidad?	X	X	X
2	¿Se determina que la forma del bloque de adobe puede ser de planta cuadrada o rectangular?	X	X	X
3	¿Se determina que el bloque tiene pueden tener ángulos diferentes de 90°?	X	X	X
4	¿Se determina que el bloque de adobe cuadrado no sobrepase los 0.40 m. de lado, por razones de peso?	X	X	X
5	¿Se determina que el bloque de adobe rectangular debe tener un largo igual a dos veces su ancho?	X	X	X
6	¿Se determina que la altura del bloque de adobe debe medir entre 0.08 m y 0.12 m?	X	X	X

N°	DIMENSIONES/Ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³	
		Si	No	Si	No	Si	No
DIMENSIÓN Propiedades mecánicas							
1	¿Se logra la incorporación de arena gruesa y fibra de maguey en proporciones de 2.5%, 5%, 7.5% y 10% en las piezas de adobe a fin de mejorar y	X		X		X	
2	¿Se determina que la resistencia a compresión sobrepase el 80% de las piezas ensayadas?	X		X		X	
3	¿Se logró determinar que la rapidez inicial de absorción alcanza un estado de saturación ante 24 horas de inmersión en agua?	X		X		X	
4	¿Se determina la carga aplicada vs desplazamiento vertical?	X		X		X	
5	¿Se ensayaron la totalidad de unidades de adobe tanto para la resistencia a la compresión como para el ensayo de rapidez inicial de absorción?	X		X		X	

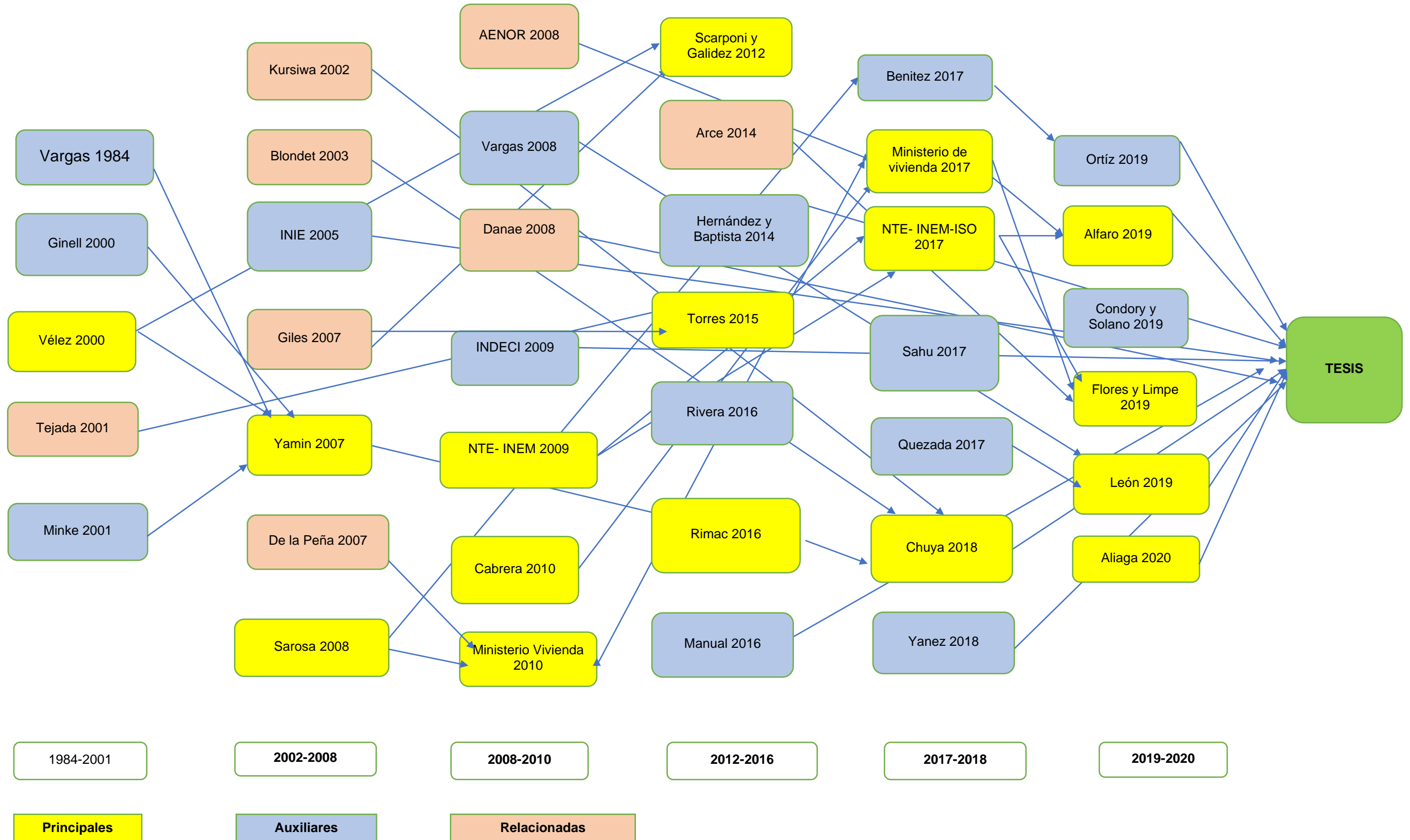
Dimensión. Propiedades físicas de los adobes				
1	¿Se logra calcular el peso de la tierra en seco requerido en kilogramos con el peso específico relativo de los suelos y el volumen en metros cúbicos del total de adobes para cada tipo de muestra?	X	X	X
2	¿Se logra el cálculo la cantidad requerida de paja y/o fibra de maguey para cada caso en porcentajes en relación al peso seco del suelo? y este con respecto al peso seco del suelo	X	X	X
	¿Se logra el cálculo del contenido de humedad del suelo antes del momento de preparación del barro y se tomó en cuenta la cantidad máxima de agua a utilizarse que según la Norma E.080? señala que se debe usar máximo 20%?	X	X	X
3	¿Se realizan prueba de control de fisuras?	X	X	X
4	¿Se realiza prueba de secado?	X	X	X



Firma del Juez Experto

Apellidos y Nombre del experto	
Especialidad del experto	Ingeniero Civil, Máster en diseño, construcción y explotación de obras hidráulicas e Investigador con especialidad en tecnología de materiales y/o suelos.
Ficha CTI Vitae (*)	http://directorio.concytec.gob.pe/appDirectorioCTI/VerDatosInvestigador.do;jsessionid=cce508a8110acb10185564ad273c?id_investigador=179018

ANEXO N° 4: ÁRBOL DE AUTORES



ANEXO N.º 5: VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Código : NTF 538-023	INFORME		
Fecha : 11-09-2020	RAPIDEZ INICIAL DE ABSORCIÓN (SUCCIÓN)		
Página : 7 de 8			

PROYECTO : INCORPORACIÓN DE ARENA GUESEA CON FIBRA DE BIASLEY PARA OPTIMIZAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y RAPIDEZ INICIAL DE ABSORCIÓN EN LAS UNIDADES DE AISLAMIENTO DE ACÓFONO

UBICACIÓN DEL PROYECTO : Distrito de Uchiza / Prov. Arequipa / Dep. Arequipa

SOLICITANTE : INDI. ROMEL ALDEAS TAPALCOCHICO MUESTREADO POR : Cliente Fecha de muestra : 11-09-2020

MUESTRA : INDI. ROMEL ALDEAS TAPALCOCHICO ENVIADO POR : Tsc. Jorge Díaz S. Fecha de envío : 11-09-2020

Tipo de muestra : Termino Multigrano

Identificación de la muestra : M-0

Descripción de la muestra : Arena

MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	(L) Largo	(R) Ancho	(cm²) Área	Wf (g) Peso Inicial	Wf (g) Peso Final	W (g) Peso de agua	(g/min/200 cm²) Absorción
I	M-0	48.0	30.0	1440.0	16530	16418	112.0	42.66
		48.0	30.0	1440.0	16270	16156	114.0	41.75
		48.0	30.0	1440.0	16190	16053	137.0	39.25
		48.0	30.0	1440.0	16332	16222	110.0	42.33
		48.0	30.0	1440.0	16298	16188	110.0	45.55
PROMEDIO								42.87


Fórmula : $W = W_f - W_i$ donde:
 W = Pesaré el agua en g.
 W_f = Peso del tercio en estado seco.
 W_i = Peso del tercio después de contacto al agua mojada (1 min + 10)

OBSERVACIONES:
 1) Se realizó el ensayo para el Área de superficie(s) 200 cm² (según indica la NTF 538-023 (Norma Referencial).
 2) El presente resultado no deberá reproducirse en la subestación extra del laboratorio, salvo que la reproducción sea en la totalidad (SMA PERUANA INDOCCM 0004 - 1983)





WWW.VICATCONSTRUCCION.COM / Informes@vicatconstruccion.com
 Dirección: Villa Esperanza Mz. F Lt 10 Km. 18.5 Tupac Amaru Carabayllo.
 CONTACTO: 7287343 - 992025641

Código : NTP 339.513 - 2017	INFORME	
Fecha : 11-10-2020	RAPIDEZ INICIAL DE ABSORCIÓN (SUCCIÓN)	
Página : 2 de 5		

PROYECTO : INCORPORACIÓN DE ARENA GRUESA CON FIBRA DE MAGUEY PARA OPTIMIZAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y RAPIDEZ INICIAL DE ABSORCIÓN EN LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ADOBE

UBICACIÓN DEL PROYECTO: Distrito de Llacllín / Prov. Recuay / Dep. Ancash

SONIDANTE: BACI, ROMEL ALCIDES TAPIA CADILLO

MUESTREADO POR : Cliente

Fecha de muestreo: 11-09-2020

BACHILLER : BACI, ROMEL ALCIDES TAPIA CADILLO

ENSAYADO POR : Tec. Jorge Bolo

Fecha de ensayo : 11-10-2020

Tipo de muestra : Testigo Moldado.

Identificación de la muestra: M-1

Descripción de la muestra : Adobe

MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	(L) Largo	(B) Ancho	(cm2) Área	W1 (kg) Peso Inicial	Wf (kg) Peso final	W (g) Peso de agua	(g/min/200 cm2) Absorción.
2	M-1	45.0	20.5	881.5	18702	18748	46.0	10.44
		43.0	20.5	881.5	18710	18758	48.0	10.89
		43.0	20.5	881.5	18700	18743	43.0	9.76
		43.0	20.5	881.5	18705	18753	48.0	10.89
		43.0	20.5	881.5	18718	18758	40.0	9.06
PROMEDIO								10.21

Fórmula: $W = W_f - W_1$

Donde:

W= Peso del agua en g.

W1= Peso del testigo en estado seco.

Wf= Peso del testigo después de someterlo al agua reposada (1 min +- 1s)

OBSERVACIONES:

1) Se realizó el cálculo para el Área de especificada (200 cm2) según indica la NTP 339.513-2017 (Norma Referencial).

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





Ysmael Paredes Bolo Saldivia
INGENIERO CIVIL
Reg. N° CIP: 25371

WWW.VICATCONSTRUCCION.COM / Informes@vicatconstruccion.com

Dirección: Villa Esperanza Mz. F Lt. 10 Km. 18.5 Tupac Amaru Carabayllo.

CONTACTO: 7287343 - 992025641

Código : NTP 339.613 - 2017	INFORME	
Fecha : 11-10-2020	RAPIDEZ INICIAL DE ABSORCIÓN (SUCCIÓN)	
Página : 3 de 5.		

PROYECTO : INCORPORACIÓN DE ARENA GRUESA CON FIBRA DE MAGUEY PARA OPTIMIZAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y RAPIDEZ INICIAL DE ABSORCIÓN EN LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ADOBE

UBICACIÓN DEL PROYECTO: Distrito de Llaclín / Prov. Recuay / Dep. Ancash

SOLICITANTE: BACH. ROMEL ALCIDES TAPIA CADILLO

MUESTREADO POR : Cliente

Fecha de muestreo: 11-05-2020

BACHILLER : BACH. ROMEL ALCIDES TAPIA CADILLO

ENSAYADO POR : Tec. Jorge Bolo

Fecha de ensayo : 11-10-2020

Tipo de muestra : Testigo Moldeado.

Identificación de la muestra: M-2

Descripción de la muestra : Adobe

MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	(L) Largo	(B) Ancho	(cm ²) Área	Wi (kg) Peso inicial	Wf (kg) Peso final	W (g) Peso de agua	(g/min/200 cm ²) Absorción
3	M-2	43.0	20.5	881.5	18586	18645	59.0	13.39
		43.0	20.5	881.5	18597	18649	52.0	11.66
		43.0	20.5	881.5	18578	18631	53.0	12.02
		43.0	20.5	881.5	18598	18652	54.0	12.25
		43.0	20.5	881.5	18590	18647	57.0	12.93
PROMEDIO								12.48

Fórmula: $W = W_f - W_i$

Donde:

W= Peso del agua en g

W_i= Peso del testigo en estado seco.


W_f= Peso del testigo después de someterlo al agua reposada (1 min +- 1s)

OBSERVACIONES:

1) Se realizó el cálculo para el Área del espécimen(200 cm²) según indica la NTP 339.613-2017 (Norma Referencial).

2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (NORMA PERUANA INDICOPI: 6004 - 1993)




Código : NTP 339.613 - 2017	INFORME	
Fecha : 13-10-2020	RAPIDEZ INICIAL DE ABSORCIÓN (SUCCIÓN)	
Página : 4 de 5		

PROYECTO : INCORPORACIÓN DE ARENA GRUESA CON FIBRA DE MAGUEY PARA OPTIMIZAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y RAPIDEZ INICIAL DE ABSORCIÓN EN LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ADOBE

UBICACIÓN DEL PROYECTO: Distrito de Llaclín / Prov. Recuay / Dep. Ancash

SOLICITANTE: BACH. ROMEL ALCIDES TAPIA CADILLO MUESTREADO POR : Cliente. Fecha de muestreo: 11-09-2020

BACHILLER : BACH. ROMEL ALCIDES TAPIA CADILLO ENSAYADO POR : Tec. Jorge Bolo Fecha de ensayo : 11-10-2020

Tipo de muestra : Testigo Moldeado.

Identificación de la muestra: M-3

Descripción de la muestra : Adobe

MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	(L) largo	(B) Ancho	(cm2) Área	W1 (kg) Peso inicial	Wf (kg) Peso final	W (g) Peso de agua	(l/min/200 cm2) Absorción
4	M-3	43.0	20.5	881.5	19755	19824	69.0	15.66
		43.0	20.5	881.5	19270	19346	76.0	17.24
		43.0	20.5	881.5	19110	19379	69.0	15.66
		43.0	20.5	881.5	19705	19773	68.0	15.43
		43.0	20.5	881.5	19590	19658	68.0	15.43
PROMEDIO								15.88

Fórmula: $W = W1 - Wf$

Donde:

W= Peso del agua en g.

W1= Peso del testigo en estado seco.

Wf= Peso del testigo después de someterlo al agua reposado (3 min +- 1s)

OBSERVACIONES:

- 1) Se realizó el cálculo para el Área de especificada (200 cm2) según indica la NTP 339.613-2017 (Norma Referencial).
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: G004 - 1993)



Código : NTP 329.633 - 2017	INFORME	
Fecha : 13-10-2020	RAPIDEZ INICIAL DE ABSORCIÓN (SUCCIÓN)	
Página : 2 de 3		

PROYECTO : INCORPORACIÓN DE ARENA GRUESA CON FIBRA DE MAGUEY PARA OPTIMIZAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y RAPIDEZ INICIAL DE ABSORCIÓN EN LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ADOBE.

UBICACIÓN DEL PROYECTO: Distrito de Llaclín / Prov. Recuay / Dep. Ancash

SOLICITANTE: SACH. ROMEL ALCIDES TAPIA CADILLO / MUESTREADO POR: Cliente / Fecha de muestreo: 11-09-2020

ENCARGADO: SACH. ROMEL ALCIDES TAPIA CADILLO / ENSAYADO POR: Terc. Jorge Bola / Fecha de ensayo: 13-10-2020

Tipo de muestra : Testigo Modificado

Identificación de la muestra: M-4

Descripción de la muestra : Adobe

MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	(L) Largo	(B) Ancho	Superf. Área	W _i (kg) Peso Inicial	W _f (kg) Peso final	W (g) Peso de agua	(g/mín/200 cm ²) Absorción
5	M-4	43.0	20.5	881.5	15580	15761	21.4	18.46
		41.0	20.5	841.5	14603	14781	19.6	19.87
		43.0	20.5	881.5	15691	15790	19.2	19.78
		43.0	20.5	881.5	14744	14879	19.8	20.78
		43.0	20.5	881.5	14685	14769	19.2	18.87
PROMEDIO								19.55

Fórmula: $W = W_f - W_i$ **Donde:**


W = Peso del agua en g.
W_i = Peso del testigo en estado seco.
W_f = Peso del testigo después de sumergirlo al agua por 14 (14 min ± 1).

OBSERVACIONES:

1) Se realizó el cálculo para el Área de superficie (200 cm²) según indica la NTP 329.633-2017 (Versión Revisada 04).

2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la requestante sea en su calidad de (CITA PERUANA INCOECH-0004 - 2003)




Código : NTP 399.834 - 3017	INFORME	
Fecha : 13-10-2020	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
Página : 1 de 3		

PROYECTO :	INCORPORACIÓN DE ARENA GRUESA CON FIBRA DE MAGUEY PARA OPTIMIZAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y RAPIDEZ INICIAL DE ABSORCIÓN EN LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ADOBE		
UBICACIÓN DEL PROYECTO:	Distrito de Llaclín / Pisco, Recuay / Dep. Ancash		
SOLICITANTE:	BACH. ROMEL ALCIDES TAPIA CADILLO	MUESTREO POR:	% Área
BACHILLER:	BACH. ROMEL ALCIDES TAPIA CADILLO	ENVIADO POR:	Trés. Jorge Bós
Tipo de muestra:	Tejido Muebleado		
Identificación de la muestra:	M-0		
Deducción de la muestra:	Adobe		

Identificación	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (mm ²)	W (kg)	W (kgf)	C (kg/cm ²)	C (kgf)	C= redondeado a 69 kgf
Adobe (M-0)	235	210	493,5	53,58	5403,96	12,30	1246,7	1173
	235	210	493,5	59,75	6052,04	13,80	1394,5	1311
	235	210	493,5	58,00	5814,38	13,30	1348,6	1263
	235	210	493,5	56,68	5729,77	12,80	1293,4	1242
	235	210	493,5	56,68	5804,78	13,85	1392,2	1248
PROMEDIO							13,35	1256

Fórmula: $C = W/A$

Donde:

C = Resistencia a la compresión


W= Muestra carga en kgf, indicada por la máquina de ensayo

A= Promedio del área bruta en cm²

OBSERVACIONES:

- 1) Se realizó el muestreo por peso constante
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea sin finalidad lucrativa (COSA FURLOANA INDECOP: 0004 - 2002)
- 3) Según la Norma NTP 399.834 (Norma esencial para el ensayo) se reducen a 69 kgf




FAVIGN - NTP 398475 - 2017	INFORME	
Fecha : 13-10-2020	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
Página : 2 de 5		

PROYECTO :	INCORPORACIÓN DE ARENA GRUESA CON FIBRA DE MAGUEY PARA OPTIMIZAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y RAPIDEZ INICIAL DE ABSORCIÓN EN LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ADOBE.		
UBICACIÓN DEL PROYECTO:	Distrito de Llaclín / Prov. Recuay / Dep. Ancash		
SOLICITANTE:	BACH. ROMEL ALCIDES TAPIA CADILLO	MUESTREADO POR:	El Cliente
BACHILLER:	BACH. ROMEL ALCIDES TAPIA CADILLO	ENVIADO POR:	Fel. Jorge Bolo
Fecha de muestra:	11-09-2020		
Fecha de ensayo:	11-10-2020		
Tipo de muestra:	Tendido Molido		
Identificación de la muestra:	M.1		
Descripción de la muestra:	Adobe		

Identificación	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (mm ²)	W (N)	W (kgf)	C (kg/cm ²)	C (MPa)	C = redondeo a 0.1 MPa
Adobe (M.1)	215	210	451.5	43.05	4267.92	9.50	593.5	597
	215	210	451.5	45.15	4404.04	10.20	590.0	566
	215	210	451.5	43.40	4225.56	9.50	561.7	566
	215	210	451.5	44.25	4315.53	10.00	580.7	564
	215	210	451.5	46.35	4517.59	10.60	593.0	595
PROMEDIO						10.02		564

Fórmula:

$$C = w/A$$

Donde:

C = Resistencia a la compresión

W = Máxima carga en kgf, aplicada por la máquina de ensayo


A = Área del área bruta en cm²

OBSERVACIONES:

- 1) Se realizó el ensayo de un solo espécimen.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea de la totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI, CODE : 10920)
- 3) Según la Norma NTP 398475 (Norma referencial para el ensayo) se redondea a 0.1 MPa




FELIPE JORGE BOLO SARDANA
INGENIERO CIVIL
Reg. N° OIP- 253773

Código: MTP 899-819 - 2017	INFORME	
Fecha: 13-10-2020	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
Página: 3 de 5		

PROYECTO: INCORPORACIÓN DE ARENA GRUESA CON FIBRA DE MAGUEY PARA OPTIMIZAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y RAPIDEZ INICIAL DE ABSORCIÓN EN LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ADOBE

UBICACIÓN DEL PROYECTO: Distrito de Llaclín, / Prov. Recuay / Dep. Ancash

SOLICITANTE: BACH. ROMEL ALCIDES TAPIA CADILLO **MUESTREADO POR:** Cliente **Fecha de muestreo:** 11-09-2020

ENCARGADO: BACH. ROMEL ALCIDES TAPIA CADILLO **ENSAYADO POR:** Ing. Jorge Bolo **Fecha de ensayo:** 13-10-2020

Tipo de muestra: Testigo Moldado

Identificación de la muestra: M-2

Descripción de la muestra: Adobe

Identificación	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm ²)	W (gr)	W (kg)	C (kg/cm ²)	C (MPa)	C= redondeado a 99 MPa
Adobe (M-2)	215	210	451,5	61,10	6,10819	13,30	1559,5	1180
	215	210	451,5	61,20	6,13821	13,80	1332,3	1111
	225	210	472,5	62,44	6,24311	14,30	1381,0	1180
	215	210	451,5	61,55	6,15529	17,90	1983,7	1380
	215	210	451,5	63,25	6,32572	16,40	1612,0	1380
PROMEDIO							13,96	1366


Fórmula: $C = w/A$

Datos:
 C = Resistencia a la compresión
 W = Máxima carga en kg, indicada por la máquina de ensayo
 A = Promedio del área bruta en cm²

OBSERVACIONES:

- 1) Se realizó el redondeo con este criterio
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que lo autorice la totalidad IGUA PERUANA INDECOPI: 004 - 1993)
- 3) Según la Norma 879 593-813 (Norma referencial para el ensayo) se redondea a 99 MPa




Código: NTP 300.013 - 2017	INFORME	
Fecha: 13-10-2020	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
Signa: F.015		

PROYECTO:	INCORPORACIÓN DE ARENA GRUESA CON FIBRA DE MAGUEY PARA OPTIMIZAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y RAPIDEZ INICIAL DE ABSORCIÓN EN LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ADOBE		
UBICACIÓN DEL PROYECTO:	Distrito de Llaullín / Prov. Recuay / Des. Ancash		
SUBCONTRATE:	BACH. ROMEL ALCIDES TAPIA CADILLO	MUESTREO POR:	Cliente
FECHA DE MUESTREO:		FECHA DE ENSAYO:	11-09-2020
FECHA DE ELABORACIÓN DEL INFORME:	BACH. ROMEL ALCIDES TAPIA CADILLO	ELABORADO POR:	Tec. Jorge Bolo
FECHA DE ENTREGA:		FECHA DE ENTREGA:	11-10-2020
Tipo de muestra:	Muestra Moldada		
Identificación de la muestra:	M-5		
Descripción de la muestra:	Adobe		


Identificación	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (mm ²)	W (g)	W (kg)	C (kg/cm ²)	C (MPa)	C = redondeado a 0.9 MPa
Adobe (M-5)	213	210	451.3	83.33	8376.38	18.33	1469.3	1580
	215	210	451.3	87.36	8638.64	19.14	1499.7	1558
	217	210	451.3	70.97	7098.95	15.73	1271.8	1387
	218	210	451.3	66.86	6687.85	14.81	1180.8	1248
	219	210	451.3	86.39	8736.55	19.36	1546.2	1660
PROMEDIO							15.23	1277

Fórmula: $C = w/A$

Donde:
 C = Resistencia a la compresión
 W = Último cargo en kg, dividido por la máquina de ensayo
 A = Promedio del área bruta en cm²

- OBSERVACIONES:**
- Se realizó el refinado con yeso cemento
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad ESCUELA PERUANA INDECOPI 0034 - 1993
 - Según la Norma NTP 300.013 (Norma referencial para el ensayo) se redondea a 0.9 MPa



Código: NTP 85413 - 2017	INFORME	
Fecha: 11-10-2020	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
Página: 2 de 5		

PROYECTO:	INCORPORACIÓN DE ARENA GRUESA CON FIBRA DE MAGUEY PARA OPTIMIZAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y RAPIDEZ INICIAL DE ABSORCIÓN EN LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ADOBE.				
UBICACIÓN DEL PROYECTO:	Distrito de Llaclín / Prov. Recuay / Dep. Ancash				
SOLICITANTE:	INGEN. ROMEL ALCIDES TAPIA CADILLO	MUESTREADO POR:	Cliente:	Fecha de muestreo: 11-05-2020	
BAJILLES:	INGEN. ROMEL ALCIDES TAPIA CADILLO	ELABORADO POR:	Exp. Jorge Bola	Fecha de ensayo: 11-10-2020	
Tipo de muestra:	Tipo de Muestreo:				
Modificación de la muestra:	M-4				
Descripción de la muestra:	Adobe				

Identificación	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm ²)	W (KN)	W (kgf)	C (kg/cm ²)	C (MPa)	C = redondeado a 80 MPa
Adobe (M-4)	215	210	451.5	67.30	6862.72	15.20	1446.6	1518
	215	210	451.5	68.63	6996.34	15.50	1530.2	1518
	215	210	451.5	67.72	6906.56	15.30	1500.3	1518
	215	210	451.5	65.36	6726.07	14.90	1460.9	1449
	215	210	451.5	67.75	6906.56	15.30	1500.3	1518
PROMEDIO						15.34		1504

Fórmula: $C = w/A$

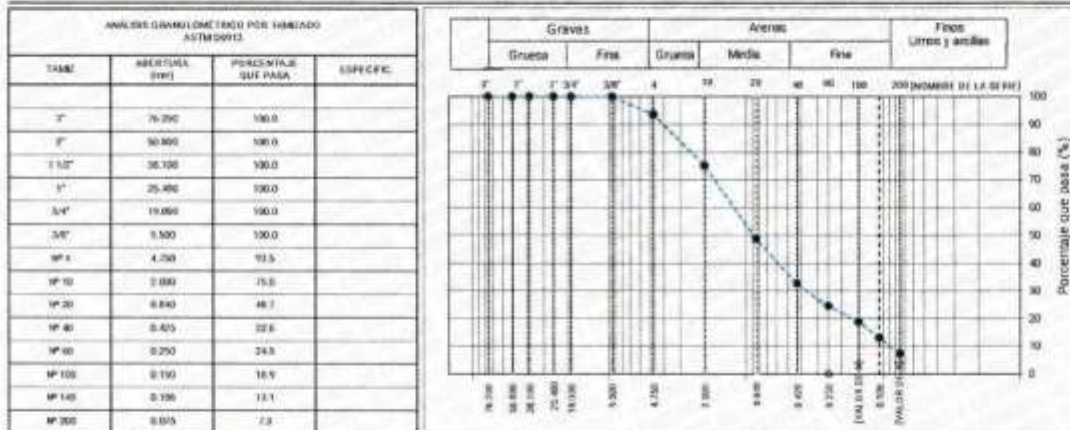
Donde:
 C = Resistencia a la compresión;
 W = Muestra, en kgf, dividido por la superficie de ensayo;
 A = Perímetro del área bruta en cm².

- OBSERVACIONES**
- Se realizó el muestreo con sus comentarios.
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea sin fines comerciales (LÍNEA PÚBLICA NACIONAL: 1600 - 7000).
 - Según la Norma NTP 85413 (Norma Informativa para el ensayo) se redondea a 0.2 MPa.




INGENIERO CIVIL
Reg. N° CIR: 25377

Código : 000100-19-2020	INFORME		VICAT
Fecha : 08.10.2020	ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
Página : 1 de 1			
PROYECTO	Título	UBICACIÓN DEL PROYECTO	Dominio de Gestión / Servicio Asociado
SOLICITANTE	Sr. Romel Tapia Cadillo	ENCARGADO POR	Cliente
CLIENTE	Sr. Romel Tapia Cadillo	ENCARGADO POR	Dr. Jorge Bolo S.
Fecha de muestra	08/10/2020		
Identificación de la muestra	M - 6		
Descripción de la muestra	Adobe		



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2218	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.1
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/- 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"W"
MATERIAS EXCLUIDAS	Ninguna

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	CL - Arcilla de baja plasticidad
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Presencia de materiales extraños ajenos al suelo

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Señala al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMBADO	Tambado-compuer
TAMÁN SEPARADOR	Nº 4
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"U"

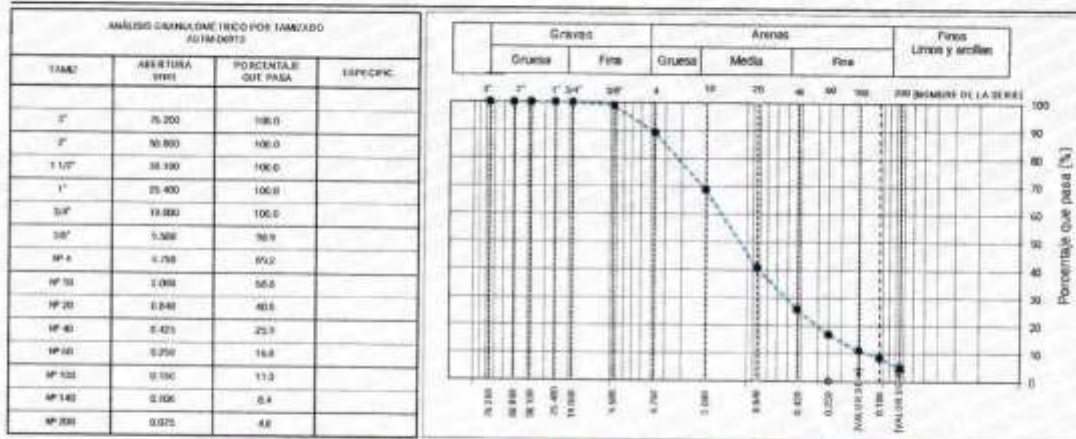


LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	26
LÍMITE PLÁSTICO	18
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	18
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Método

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	CL
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D1557)	A - 7-6 (76)
NOMBRE DEL GRUPO	Arcilla de baja plasticidad

TECNICO LEM Nombre y firma: 	VICAT E.I.R.L. JEFE LEM Nombre y firma:  Ing. Yashin Bolo Saidaña VICAT E.I.R.L.	CDC - LEM Nombre y firma:  GERENCIA GENERAL VICAT E.I.R.L.
--	---	--

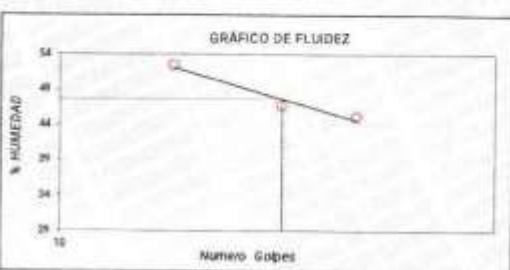
Código: UM-01-02-008		INFORME		
Fecha: 14.10.2020		ANÁLISIS PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
Página: 1 de 1				
PROYECTO:	Area	UBICACIÓN DE PROYECTO:	Distrito de Llacllín / Provincia Ancash	
SOCIEDAD:	Dr. Romel Tapia Cadillo	MÉTODO DE PROYECTO:	Visual	
CLIENTE:	Dr. Romel Tapia Cadillo	ENCARGADO POR:	Tr. Jorge Polo L.	Fecha de muestra: 11.09.2020
				Fecha de análisis: 13.10.2020
Tipo de muestra:	Suelo Homogéneo			
Identificación de la muestra:	SP-1			
Determinación de la muestra:	Indice			



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.0
MÉTODO DE SECADO	100°C a 170 °C
MÉTODO DE REPORTE	"W"
MATERIALS EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	CL - Suelo arcilloso de baja plasticidad
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Presencia de materiales extraños ajenos al suelo




PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRAS	"Cada 4 litros a 100 x 3"0"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado completo
TAMIZ SEPARADOR	Nº 1
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"S"




LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	40
LÍMITE PLÁSTICO	19
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	21
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Aliburno

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SACR (ASTM D2487)	CL
CLASIFICACIÓN AASHO (ASTM D2922)	A-7.6 (1) S
ROMERO DEL GRUPO	Suelo arcilloso de baja plasticidad

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTICULAS	
CONTENIDO DE GRANA PRESENTE EN EL SUELO %	16.8
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	54.4
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	4.8

 <p>TECNICO</p>	 <p>VICAT E.I.R.L. JEFE LAB</p>	 <p>COD - GEM</p>
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	Ing. Yashin Bolo Saldaña VICAT E.I.R.L.	GERENCIA GENERAL VICAT E.I.R.L.

Norma : NTP 339.152 / 177 / 178	INFORME	
Fecha : 14-10-2020	ENSAYOS QUIMICOS EN ROCAS,SUELOS Y AGUA	
Página : 1 de 1		

PROYECTO : Tesis	UBICACIÓN DE PROYECTO : Distrito de Llaclín / Recuay Ancash.
SOLICITANTE: Sr. Romel Tapia Cadillo	MUESTREADO POR : Cliente. Fecha de muestreo: 11-09-2020
CLIENTE : Sr. Romel Tapia Cadillo	ENSAYADO POR : Tec. Jorge Bolo S. Fecha de ensayo : 13-10-2020
Tipo de muestra : Testigo Moldeado.	
Identificación de la muestra: M - 0	
Descripción de la muestra : Adobe	

SALES SOLUBLES TOTALES (NTP 339.152 / BS 1377 - Part.3)	1222 p.p.m.
	0.122%

SULFATOS SOLUBLES (NTP 339.178 / AASHTO T - 290)	230 p.p.m.
	0.023%

CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES (NTP 339.177 /AASHTO T - 291)	888 p.p.m.
	0.089%

VICAT E.I.R.L.		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  	Nombre y firma:  Ing. Yessith Bolo Saldaña VICAT E.I.R.L.	Nombre y firma:  GERENCIA GENERAL VICAT E.I.R.L.

ANEXO N.º 6: BALANCE ELECTRO 6000 GR



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.
CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LM - 052 - 2020

Página 1 de 4

<p>1. Expediente 0317-2020</p>		<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p>
<p>2. Solicitante</p>	<p>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.</p>	<p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p>
<p>3. Dirección</p>	<p>MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES</p>	<p>PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p>
<p>4. Equipo de medición</p>	<p>BALANZA ELECTRÓNICA</p>	<p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p>
<p>Capacidad Máxima</p>	<p>6000 g</p>	<p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
<p>División de escala (d)</p>	<p>0.10 g</p>	
<p>Div. de verificación (e)</p>	<p>0.10 g</p>	
<p>Clase de exactitud</p>	<p>II</p>	
<p>Marca</p>	<p>WT</p>	
<p>Modelo</p>	<p>WT60001GF</p>	
<p>Número de Serie</p>	<p>150921077</p>	
<p>Capacidad mínima</p>	<p>2.0 g</p>	
<p>Procedencia</p>	<p>CHINA</p>	
<p>Identificación</p>	<p>NO INDICA</p>	
<p>5. Fecha de Calibración</p>	<p>2020-03-02</p>	

<p>Fecha de Emisión</p> <p>2020-03-02</p>	<p>Jefe del Laboratorio de Metrología</p>  <p>MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES</p>	<p>Sello</p> 
--	--	--

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 052 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

En el Laboratorio de Masa de PERUTEST S.A.C.
Jr. La Madrid Mz. E Lt 14 Urb. Los Olivos - San Martín De Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.6 °C
Humedad Relativa	56%	56%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	JUEGO DE PESAS 1kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0883-2019
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0884-2019
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	T-1695-2019

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (***) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 052 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura Inicial Final
22.7 °C 22.8 °C

Medición N°	Carga L1 = 3.000 g			Carga L2 = 6.000 g			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	3000.0	50	0	6000.0	50	0	
2	3000.0	60	-10	6000.0	40	10	
3	3000.0	60	-10	6000.0	40	10	
4	3000.0	50	0	6000.1	80	70	
5	2999.9	20	-70	6000.0	60	-10	
6	3000.0	60	-10	6000.0	50	0	
7	3000.0	60	-10	6000.0	60	-10	
8	3000.0	60	-10	6000.0	50	0	
9	3000.0	50	0	5999.9	30	-80	
10	2999.9	20	-70	6000.0	50	0	
Diferencia Máxima			70	Diferencia Máxima			150
Error Máximo Permissible			300.0	Error Máximo Permissible			300.0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de
las cargas

Temperatura Inicial Final
22.7 °C 22.8 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	E ₀ (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)
1	1.0	1.0	50	0	2000.0	1999.9	20	-70	-70
2		1.0	50	0		2000.0	60	-10	-10
3		1.0	40	10		2000.0	40	10	0
4		1.0	50	0		2000.0	50	0	0
5		1.0	50	0		1999.9	30	-80	-80
Error máximo permisible									300.0

* Valor entre 0 y 10e

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

ANEXO N.º 7: NUEVA PRENSA ELE

AM3

AM3 Ingeniería & Negocios SAC

RUC : 20513903261
 Dirección : AV. Nicolás Ayllón 8510 Edif. 9 Of. 804, Lima
 - Lima - Ate
 Código Postal : Lima 03
 Teléfono : 511-679 8002
 Email : soportetecnico@am3.com.pe

Nº de certificado:	22072020-05
Fecha de emisión:	22/07/2020

DATOS DEL CLIENTE

Razón Social : INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.
 RUC : 20602979190
 Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

Equipo : Máquina de Compresión Accu-Tek Touch Control PRO 250
 Marca : ELE International
 Modelo Marco de Carga : 36-0690/06
 N° de Serie Marco de Carga : 180300131
 Capacidad : 1112 KN
 División de Escala : 0.1 KN
 N° de Serie Panel de Lectura : 1939-1-10045
 Procedencia : USA
 Patrón de Trabajo : Celda ELE International Tipo: CCDHA-2000 KN-004-000, N° de Serie: 56638, Capacidad: 2000 KN, trazable al HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18, Certificado de Calibración INF-LE 013-20.

Método de Verificación : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines" Método C

Temp. Inicial (°C)	: 18	H.R. Inicial (%)	74
Temp. Final (°C)	: 18	H.R. Final (%)	69

Fecha de Verificación : 21/07/2020
 Lugar de Verificación : Mza. A Lote. 24 Int. 1 Urb. Mayorazgo Naranjal 2da Etapa Lima - Lima - San Martín de Porres
 N° de Páginas : 2


 HECHO POR
 Emilio Malca


 ALDO MARCO
 MUCHA MALLAUPOMA
 Ingeniero Civil
 CIP N° 234122
 REVISADO POR



Este certificado de verificación solo puede ser difundido sin alteraciones posterior a la autorización asignada por AM3 Ingeniería & Negocios S.A.C.
 Este certificado de verificación sin firma y sello carece de validez.

ANEXO N.º 8: NUEVA PRENSA ELE

AM3

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN

Lectura de Celda (patrón)	Lectura del Equipo				Error	Incertidumbre
	LP	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3		
(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(%)	U (%)
100	100.20	100.10	100.30	100.20	0.20	0.1
200	200.20	200.20	200.90	200.43	0.22	0.1
300	300.60	300.60	301.30	300.83	0.28	0.1
400	400.70	400.50	401.70	400.97	0.24	0.1
500	499.20	500.70	501.80	500.57	0.11	0.1
600	600.90	600.10	601.70	600.90	0.15	0.1
700	700.30	700.90	702.00	701.07	0.15	0.1
800	800.80	800.60	802.50	801.30	0.16	0.1
900	901.00	900.80	902.50	901.43	0.16	0.1
1000	1001.00	1001.00	1004.00	1002.00	0.20	0.1

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de Medición, para un factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición".

Observaciones / Indicaciones

El usuario debe calibrar el equipo en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que esté expuesto

El equipo se encuentra calibrado y no necesita corrección alguna, ya que el error no supera el $\pm 1\%$ en todo el rango verificado.