

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



**Efecto de la adición de poliestireno al 4% 5% y 6%, con
sustitución del agua por mucílago de penca de maguey para
elaborar adobes para la construcción de viviendas
climatizadas, en el C. P. de Machcas distrito de Chavín de
Huántar**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Rosales Rímac, Bill Fredy

Asesor:

Mejía Oncoy, Elencio Melchor

Huaraz – Perú

2020

Palabras clave

Tema	Adobe
Especialidad	Material de construcción

Keywords

Subject	Adobe
Specialty	Construction materials

Línea de investigación

Línea de investigación	Construcción y gestión de la construcción
Área	Ingeniería y tecnología
Sub área	Ingeniería civil
Disciplina	Ingeniería de la construcción

Título de la investigación

Efecto de la adición de poliestireno al 4% 5% y 6%, con sustitución del agua por mucílago de penca de maguey para elaborar adobes para la construcción de viviendas climatizadas, en el C. P. de Machcas distrito de Chavín de Huántar

Resumen

El presente trabajo de investigación planteó como objetivo general determinar el efecto de la sustitución total del agua por mucílago de la penca de maguey con adición de poliestireno en un 4%,5%y 6% ante la resistencia a la compresión y conductividad de térmica. Metodológicamente fue una investigación de tipo aplicada, de enfoque cuantitativo, y diseño pre-experimental; la población de estudio estuvo conformada por 48 adobes de 25 x 13 x 10 cm aceptada por la Norma E0.80 del RNE, con una muestra de tipo censal. Para la recopilación de datos se usaron las técnicas de la observación directa y estructura, y como instrumento la ficha de observación basada en los protocolos establecidos para la investigación. Concluyendo que se elaboraron las unidades de adobes reemplazando el agua por mucílago de penca de maguey y añadiendo poliestireno en porcentajes del 4%, 5% y 6%, los resultados de la evaluación en la conductividad térmica disminuyen, la resistencia a la compresión se incrementa y los resultados al porcentaje de absorción mejoran a medida que se incrementa la cantidad de poliestireno; pues se cumple la hipótesis, la cual se refiere a la mejora de las propiedades físicas y mecánicas del adobe, se puede afirmar que es posible utilizar el diseño de mezcla del adobe con reemplazo del agua y añadiendo poliestireno en 4% 5% y 6% para la fabricación de viviendas climatizadas.

Abstract

The present research work proposed as a general objective to determine the effect of the total substitution of water by mucilage from the maguey stalk with the addition of polystyrene in 4%, 5% and 6% before the resistance to compression and thermal conductivity. Methodologically it was an applied research, with a quantitative approach, and a pre-experimental design; The study population consisted of 48 adobes of 25 x 13 x 10 cm accepted by the E0.80 Standard of the RNE, with a census-type sample. For data collection, direct observation and structure techniques were used, and the observation sheet based on the protocols established for the investigation was used as an instrument. Concluding that the adobe units were made by replacing the water with maguey leaf mucilage and adding polystyrene in percentages of 4%, 5% and 6%, the results of the evaluation in thermal conductivity decrease, the resistance to compression increases. and the results to the percentage of absorption improve as the amount of polystyrene is increased; since the hypothesis is fulfilled, which refers to the improvement of the physical and mechanical properties of adobe, it can be stated that it is possible to use the adobe mix design with water replacement and adding polystyrene in 4% 5% and 6% for the manufacture of air-conditioned homes.

Índice

Palabras clave	i
Título de la investigación.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Índice	v
Índice de tablas	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA.....	24
III. RESULTADOS	39
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	66
V. CONCLUSIONES	73
VI. RECOMENDACIONES	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
AGRADECIMIENTOS.....	80
ANEXOS Y APÉNDICE	81

Índice de tablas

Tabla 1	Conductividad térmica de diferentes materiales.	17
Tabla 2	Características mecánicas de la fibra de maguey.	17
Tabla 3	Cálculo de z según nivel de confianza.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4	Cálculo de e según nivel de confianza.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 5	Técnicas e instrumento de investigación.	28
Tabla 6	Datos de la extracción de la penca.	30
Tabla 7	Extracción de cantidad de pencas y de mucílago.	30
Tabla 10	Unidades de Poliestireno Expandido.	43
Tabla 11	Cantidad de Mucílago de Penca de maguey.	43
Tabla 12	Cantidad de tierra requerido.	45
Tabla 13	Cantidad de paja requerido.	45
Tabla 14	Diseño de mezcla de los adobes con 4% de Poliestireno.	46
Tabla 15	Diseño de mezcla de los adobes con 5% de Poliestireno.	47
Tabla 16	Diseño de mezcla de los adobes con 6% de Poliestireno.	47
Tabla 18	Para una adición de poliestireno de 4 %.	48
Tabla 19	Para una adición de poliestireno de 5 %.	49
Tabla 20	Para una adición de poliestireno de 6 %.	49
Tabla 21	Cuantificación total de la cantidad de materiales.	50
Tabla 22	Clasificación SUCS es un SC: Arena Componente Arcilloso.	51
Tabla 23	Porcentaje de contenido de humedad.	53
Tabla 24	Constantes físicas de la muestra.	55
Tabla 25	Datos de ensayo de absorción.	56
Tabla 26	Adobe patrón de los 4 especímenes.	58
Tabla 27	Datos adobe experimental con 4% de poliestireno.	59
Tabla 28	Datos adobe experimental con 5% de poliestireno.	60
Tabla 29	Datos adobe experimental con 6% de poliestireno.	61
Tabla 30	Resistencia promedio del adobe.	63
Tabla 31	Conductividad térmica (k) n a temperatura ambiente.	64
Tabla 32	Conductividad térmica de las muestras de adobe.	64
Tabla 33	Operacionalización de las variables.	83

Índice de figuras

Figura 1. Curva de distribución granulométrica.	52
Figura 2. Curva de la humedad a 25 golpes.	53
Figura 3. Contenido de Humedad.....	54
Figura 4. Límites de consistencia.	55
Figura 5. Tendencia lineal del porcentaje de absorción.....	57
Figura 6. FC Adobe Patrón.	59
Figura 7. Resistencia a la compresión del adobe con 4% de poliestireno.	60
Figura 8. Resistencia a la compresión del adobe con 5% de poliestireno.	61
Figura 9. Resistencia a la compresión del adobe con 6% de poliestireno.	62
Figura 10. Resumen de la resistencia a la compresión del adobe.	63
Figura 11. Conductividad térmica de las muestras de adobe.	65
Figura 12. Resultado promedio de la conductividad térmica.	65
Figura 13. Ubicación geográfica del lugar donde se desarrolló la investigación.....	84
Figura 14. Ubicación de penca en estudio.....	84
Figura 15. Tesista indicando el material a extraer en el distrito de Chavín de Huántar.	85
Figura 16. La penca a extraer en el distrito de Chavín de Huántar caserío Machcas.....	85
Figura 17. Selección de la penca.	86
Figura 18. Extracción de la penca.	86
Figura 19. Eliminación de espinas de la penca.	87
Figura 20. Lavado de penca de maguey.	87
Figura 21. Cortado de Penca de maguey.	88
Figura 22. Medición de 2 cm a la penca para el corte.....	88
Figura 23. Pesado del agua y de las pencas cortadas.	89
Figura 24. Colación de las unidades de las pencas.....	89
Figura 25. A maceramiento de las unidades de penca.	90
Figura 26. Obtención del mucílago de penca.....	90
Figura 27. Verificación del mucílago.	91
Figura 28. Obtención de total del mucílago de penca.	91
Figura 29. Ubicación de la cantera en estudio.	92

Figura 30. Tesista indicando el material a extraer	92
Figura 31. Tesista extrayendo el material.....	93
Figura 32. Observación de la muestra del suelo.	93
Figura 33. Prueba de la mordedura.	94
Figura 34. Prueba olfativa de los suelos	94
Figura 35. Prueba de brillo.....	95
Figura 36. Unidades para la prueba de brillo.	95
Figura 37. Prueba del enrollado en campo del suelo.....	96
Figura 38. Prueba de la resistencia de la bolita del suelo.	96
Figura 39. Prueba de la botella.	97
Figura 40. Elaboración previa de los adobes.....	97
Figura 41. Prueba de flexión en campo.	98
Figura 42. Peso de la capsula de aluminio vacío.	98
Figura 43. Colocado y secado de la muestra del suelo húmedo en el horno.	99
Figura 44. Ingreso de material al horno.....	99
Figura 45. Peso del suelo seco más el peso del recipiente.....	100
Figura 46. Destrucción de la estructura original del suelo.	100
Figura 47. Zarandeado de muestra de suelo.	101
Figura 48. Peso del material mas recipiente.....	101
Figura 49. Ajustado del aparato de límite líquido.	102
Figura 50. Mezclado del suelo con agua.	102
Figura 51. Prueba de copa de casa grande.....	103
Figura 52. Amasado del suelo para límite plástico.....	103
Figura 53. Desarrollando el enrollado del suelo.	104
Figura 54. Desarrollando el límite plástico del suelo.....	104
Figura 55. Peso del suelo seco seleccionado.....	105
Figura 56. Tesista en el lavado del material.....	105
Figura 57. Secado en horno a 110°C del suelo lavado.....	106
Figura 58. Tamizado del suelo seco.....	106
Figura 59. Granulometría del suelo en laboratorio.....	107
Figura 60. Tesista llenando la botella con mucílago de penca.....	107
Figura 61. Muestra N del mucílago.....	108

Figura 62. Canicas y cronometro del celular.....	108
Figura 63. Secado del adobe en horno a 110°c.....	109
Figura 64. Tesista llevando adobe al horno.....	109
Figura 65. Adobe sumergido en agua.	110
Figura 66. Tesista tamizando la tierra.....	110
Figura 67. Material listo para la elaboración.....	111
Figura 68. Tesista cortando la paja para la elaboración del adobe.	111
Figura 69. Mezcla de la tierra con mucílago.....	112
Figura 70. Tesista añadiendo el poliestireno al mortero	112
Figura 71. Tesista elaborando los adobes.....	113
Figura 72. Tesista compactando el adobe por el tesista.	113
Figura 73. Verificando el estado del adobe.....	114
Figura 74. Unidad de adobe a compresión.	114
Figura 75. Rotura de adobe.....	115
Figura 76. Datos de prueba de color de los suelos	116
Figura 77. Datos de prueba dental de los suelos.....	117
Figura 78. Datos de prueba olfativa de los suelos.	118
Figura 79. Datos de prueba de brillo de los suelos.....	119
Figura 80. Datos de prueba del enrollado de los suelos.....	120
Figura 81. Prueba de la resistencia de la bolita del suelo.	121
Figura 82. Prueba de la botella del suelo.....	121
Figura 83. Prueba de adobes en campo.....	122
Figura 84. Datos de prueba de flexión en campo.	122
Figura 85. Recolección de datos de contenido de humedad del suelo.	123
Figura 86. Recolección de datos de límites de Atterberg.	124
Figura 87. Recolección de datos de análisis granulométrico por tamizado.....	125
Figura 88. Ensayo de viscosidad del mucílago de penca.....	126
Figura 89. Ensayo de absorción.....	127
Figura 90. Ensayo de compresión en adobe a los 28 días.....	128

I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene como objeto el análisis del poliestireno y el mucílago de penca de maguey a fin de fabricar adobes que sean de mayor utilidad en la edificación de viviendas climatizadas, puesto que la presencia de friajes intensos que aqueja a las poblaciones en todo el mundo es muy preocupante, como también la duración de las infraestructuras, que están expuestas en constante humedad.

En Europa se registraron más de 50 muertos, a causa de una ola de frío, en temporadas de invierno, también la vida cotidiana de cientos de millones es perturbada por vientos y nevadas que incluso afectan las playas del Mediterráneo, llegando a -40°C en las zonas montañosas más altas, el balance de muertos continúa en aumento, registrándose en Polonia a causa de hipotermia, debido a una infraestructura deplorable e inadecuada, de sus viviendas, también se registraron muertes en República Checa, Francia, Eslovaquia, España, Italia, Serbia, Rumania, Eslovenia, Gran Bretaña y Holanda (El País, 2018). En palabras de la Organización Mundial de la Salud (OMS), alrededor del planeta, los individuos con bajos recursos económicos, enfrentan desafíos particulares para la satisfacción de la necesidad vital de una vivienda digna. La vivienda generalmente implica el gasto doméstico más alto para los sujetos con ingresos bajos, y constituye el factor determinante de la cantidad de comida en una familia, y en la decisión de encender o no la calefacción ante el frío (Organización Mundial de la Salud, 2015).

Por lo que entre el 30 y el 50% de la población alrededor del mundo hoy en día vive o labora en construcciones en tierra, por ser más accesible y de bajo costo, sobre todo en las zonas rurales (Blondet et al., 2011, como se citó en Ruiz et al., 2017). Puesto que la tierra es el material de construcción de mayor accesibilidad para el hombre, debido a que desde tiempos inmemoriales el hombre hacía construcciones empleando la piedra y como mortero el barro para la edificación de sus viviendas, las cuales en su mayoría tenían cobertura de madera con paja. Posteriormente, se descubrió la forma de crear moldes de tierra denominadas adobes, apoderándose de las construcciones que se realizaban en los valles y laderas interandinas, debido a que reduce el ruido y presenta calidez del ambiente (Ruiz, Silva, Cerón, & López, 2017).

Según el Perfil Sociodemográfico del Perú generado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), sobre las viviendas particulares con habitantes presentes, de acuerdo al lugar de residencia y material preponderante en las paredes y exteriores, en la zona urbana persiste un 15,1% (887203) de personas que residen en edificaciones de adobe y en la zona rural el 69,5% (1261291) de personas residen en edificaciones de adobe (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018). Y es que la construcción con adobe ha sido empleada por siglos en diferentes lugares del mundo en la edificación de viviendas, siendo apreciadas como muestra, en los sitios arqueológicos de China, Irán y Egipto y alrededor de Mesoamérica, inclusive, también pueden ser perceptibles en los sitios arqueológicos del Perú como Caral, Chan Chan o Chavín de Huántar, los cuales son testimonio de la construcción con adobe.

Así también, en el informe técnico de estadísticas ambientales del INEI, se señala que 783 emergencias se registraron en el mes de julio a nivel nacional del año pasado, de las cuales se evidenciaron 10 viviendas afectadas, 1170 viviendas destruidas, ocasionadas principalmente por derrumbe de vivienda a causa de vientos con lluvia, lluvias intensas y accidentes terrestres, a viviendas edificadas principalmente a base de tierra y adobe o tapial (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019). Debido a las características del adobe en presencia de la humedad, este se encuentra compuesto por un material muy vulnerable ante la humedad, por lo cual, su absorción oscila entre 0 a 4%, sin embargo, no debería superar el 4%, y en su conducta térmica, dado que es un material higroscópico, el cual es capaz de conservar el frío o el calor, asimismo, su coeficiente de conductividad oscila entre 0,46 y 0,81 W/m.K, por ello, puede adaptarse a un material aislante (Moscoso, 2017).

Es evidente que la tierra tenga características favorables de buena actuación como aislante acústico, buen carácter como aislante térmico, no obstante a causa de la injerencia de ciertos factores externos; humedad, temperatura, lluvia y movimiento telúricos, este componente presenta un límite de duración, dado que sus cualidades de resistencia y rigidez disminuyen; esta deficiencia se presenta más en el Perú, pues cuenta con una gran multiplicidad climática, lo que ocasiona temperaturas muy bajas y lluvias habituales en las diversas regiones, este fenómeno de la naturaleza perjudica

mayoritariamente a las áreas rurales de bajos ingresos, ya que son las que concentran más número de viviendas fabricadas de adobe por ser un material de bajo precio, ecológico, que no demanda conocimiento complejo para su fabricación.

La realidad descrita no es ajena al lugar de estudio. El centro poblado de Machcas, con ubicación en el distrito de Chavín de Huántar, presenta problemas de friaje intenso, debido a que en verano se presenta mayor lluvia que en invierno. La temperatura media anual está por debajo de los 13.9 °C, el clima tiene variación térmica de 1 °C entre sol y sombra, día y noche. El centro poblado de Machcas es de connotación rural, por lo que, en su totalidad, las viviendas están edificadas a base de adobe (Gobierno Regional de Acash, 2014). El friaje intenso, y la variación climática es perjudicial para el adobe, deteriorándolo, en tal sentido dicha situación pondría en riesgo la salud de niños y ancianos del centro poblado de Machcas, también las viviendas están más propensas a derrumbes.

Es por ello que se planteó el trabajo de investigación, por necesidad de atenuar la situación mencionada en el distrito de Chavín de Huántar, específicamente en el centro poblado de Machcas, la investigación pretende dar solución a las propiedades del adobe, mejorar la resistencia a la compresión del adobe, resistencia a las intervenciones de agentes externos y atenuar la condición de vida que llevan debido al frío. Esto genera muchas limitaciones en las actividades del hogar o generan cierto inconveniente para ejecutarlas, lo cual deviene en que los pobladores que viven en el centro poblado de Machcas distrito de Chavín no se sientan cómodos en sus viviendas, y así brindar beneficios a la gente que vive en condiciones limitadas debido a sus bajos ingresos. El estudio tendrá como propuesta de solución ante esta problemática, la elaboración de un adobe con un agregado de poliestireno en porcentajes, e impermeabilizándolo con el mucílago de penca de Maguey en su constitución, pues es un material natural que está presente en enormes cantidades en la sierra peruana, lo cual permitirá que el adobe tenga mayor resistencia a la compresión, mayor resistencia al ponerse en contacto con el agua y con mayor conductividad térmica, y de esta manera el adobe perdure en el tiempo.

Es por ello que se estudió a autores internacionales, tales como Ureña y Llumitasig (2017), en su trabajo de investigación titulado *Estudio de la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con paja, estiércol, savia de penca de tuna, sangre de toro y análisis de su comportamiento sísmico usando un modelo a escala*, tuvo como finalidad conseguir la resistencia a compresión del adobe con savia de penca de tuna, sangre de toro, paja y estiércol de vaca, donde aplicó el diseño experimental con enfoque cuantitativo y nivel descriptivo. Con este trabajo, se consiguieron los resultados siguientes: en resistencia a la compresión, los adobes con savia de penca de tuna, sangre de toro, paja y estiércol de vaca, consiguen niveles de resistencia mayores a los adobes de fabricación artesanal; cabe manifestar que los adobes fabricados con savia de tuna y sangre de toro, lograron la mayor resistencia a la compresión, consiguiendo un valor de 11,29 kg/cm², por lo cual se concluyó que al combinar los diversos estabilizantes, mejora en su resistencia a compresión y agregando savia de tuna aumenta en la totalidad de los casos.

Además, en el ámbito nacional según Quintana y Vera (2017), en su trabajo de investigación titulado *Evaluación de la erosión y la resistencia a compresión de adobes con sustitución parcial y total de agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%*, buscaron examinar la erosión y resistencia a compresión de adobes con reemplazo de agua por mucílago de tuna, para ello, se utilizó el diseño experimental, enfoque de investigación cuantitativo, y nivel descriptivo, donde se llegó a los siguientes resultados; en variación dimensional, los adobes que concentran 0% de mucílago, tienen un porcentaje más elevado de variación dimensional, sin embargo, los adobes con 100% de mucílago de tuna tienen una variación dimensional inferior. Asimismo, en absorción, los adobes con 50%, 25% y 0% no se pudieron examinar, en cambio, los adobes con 100% y 75% de mucílago de tuna tienen mejores resultados y con la resistencia a la compresión, a mayor % de mucílago, mayor resistencia, aumentando un 30% la resistencia. De lo cual concluye que los adobes hechos con mucílago de tuna mejoran enormemente las propiedades físicas y mecánicas.

Rodríguez (2017), que en su trabajo de investigación titulado *Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la prefabricación de unidades de albañilería no estructural – Cajamarca*, tuvo como fin identificar las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto liviano hechos de poliestireno. Utilizó el enfoque de investigación cuantitativa, diseño experimental y nivel descriptivo, en donde se llegó a los siguientes resultados; en el análisis de compresión simple con 40% logra una resistencia a la compresión media a los 28 días de 62.75 kg/cm², por lo que obedecen las condiciones mínimas de resistencia a la compresión, y el esfuerzo a tensión con 40% es aproximadamente un 51.04% a la vez al constituir un elemento de bajo peso particular y por tener múltiples vacíos en su constitución, se genera enormes imperfecciones. Y por lo cual concluye que al agregar poliestireno expandido mejora las resistencias mecánicas tanto a compresión y a flexión.

Bolaños (2016), en su trabajo de investigación titulado *Resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna*, tuvo como objetivo general determinar la resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna en diferentes porcentajes. Utilizó el enfoque de investigación cuantitativa de método aplicado hipotético - deductivo y diseño de investigación experimental y de nivel descriptivo en donde se llegó a los siguientes resultados: A la compresión en 28 días obtuvo con la muestra modelo 19.19 (Kg/cm²), con la goma de tuna 5% 21.9 (Kg/cm²), con la goma de tuna 10% 25.27 (Kg/cm²), con la goma de tuna 15% 27.56 (Kg/cm²). A Flexión en 28 días obtuvo con la muestra patrón 4.77 (Kg/cm²), con la goma de tuna 5% 6.47 (Kg/cm²), con la goma de tuna 10% 6.81 (Kg/cm²), con la goma de tuna 15% 6.91 (Kg/cm²). Y en los resultados de absorción solo pudo verificar con la adición de goma de tuna al 5% y 10 % dando un resultado de 12.68 y 14.62 % respectivamente, y por lo cual concluyó que la goma de tuna en porcentajes relativos mejora enormemente la propiedades mecánicas y físicas.

Florez y Limpe (2019) en su investigación titulada *Influencia de la fibra de Maguey (Furcraea Andina) en las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe tradicional, Cusco - 2018*, tuvo como fin, especificar la incidencia de la añadidura de fibra de maguey en las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe tradicional en Cusco. Con un enfoque cuantitativo, diseño cuasi experimental y nivel descriptivo. Para los resultados, se elaboraron muestras con 0.20%, 0.15%, 0.05% de fibra de maguey, conservando constante la masa de suelo con 0.20% de paja y 20% de agua, asimismo, se produjo muestras con 0.35% y 0.20 de paja, cada % está dado por la vinculación del peso seco del suelo y el peso seco de las fibras. Las muestras se clasificaron en 5 grupos y se produjeron 3 especímenes para cada uno, por lo cual se produjeron 15 especímenes por cada ensayo preparado. Se llegó a concluir que la resistencia de la mampostería de adobe tradicional, en general, se eleva por la fibra de maguey. En cuanto a la resistencia a compresión axial en pilas, se consiguió el valor máximo de 9.07 Kg/cm². Sobre la resistencia de compresión diagonal de muretes, el valor máximo conseguido fue de 0.55 Kg/cm². Los valores máximos son correspondientes a las muestras con 0.20% en peso de fibra de maguey + 0.20% en peso de paja.

Nieto y Tello (2019) en su investigación titulada *Adobe estabilizado con mucílago de penca de tuna, resistentes al contacto con el agua para la construcción de viviendas populares empleados en la sierra del Perú*, tuvo como propósito diseñar una unidad de albañilería de abobe estabilizado con mucílago de penca de tuna con el objetivo de extender el tiempo de duración de las viviendas populares. En cuanto al método de investigación, fue un estudio de enfoque cuantitativo, diseño experimental transeccional. Los resultados que se obtuvieron revelaron que la unidad estabilizada concentra mejores resultados que el adobe tradicional, se precisó que las dos mejores dosificaciones D: 20.5% y D: 18.0 % lograron en compresión 23.3 kg/cm² y 25.2 kg/cm², en absorción 10.99% y 11.43%, en flexión 17.62 kg/cm² y 17.61 kg/cm², en inmersión se tipificó con detrimento leve y en la prueba de chorro de agua con 4.89 mm y 5.31 mm de profundidad de penetración, respectivamente. Se pudo concluir que, la diferencia entre los resultados es mínima, ya que la dosis de 18% de mucílago de penca de tuna incrementa la resistencia a la compresión en 33.81% y la dosis de 20.5%

de mucílago de penca de tuna incrementa la compresión en 23.72% con respecto al adobe convencional.

Y por último, en el ámbito local se tiene al investigador Paucar (2018), que en su trabajo de investigación titulado *Diseño de un adobe con adición de poliestireno para la construcción de viviendas climatizadas en la zona rural del distrito de Caraz*, tuvo como objetivo general diseñar un adobe con adición de poliestireno para la edificación de viviendas climatizadas en el área rural del distrito de Caraz, Áncash, por lo cual, se utilizó el enfoque de investigación cuantitativo de método hipotético – deductivo, de diseño de investigación experimental y de nivel correlacional, teniendo como resultados la resistencias a la compresión con el 1%, 2% y 3% de Poliestireno: 23,67, 35.82 y 42.35 Kg/cm² respectivamente. La conducción de calor de 1, 2 y 3% de Poliestireno: 15.4, 15.81 y 17.01 Kwh respectivamente. En el ensayo de absorción con el 1, 2 y 3% de Poliestireno: 20.25, 13.80 y 9.31% respectivamente; de lo cual llego a la conclusión que añadiendo los porcentajes de 1% 2% y 3% de poliestireno se puede mejorar en un 15% la resistencia a la compresión y a la vez mejora en un 20% la conducción de calor.

De las revisiones anteriores de los distintos autores se presenta el marco teórico, de acuerdo a Pérez y Merino (2017), el término “adobe” proviene del egipcio “thobe” (ladrillo); es un vocablo con varias acepciones, la más sencilla es “ladrillos de lodo”, le sigue “formación de lodo”, y la más generalizada es “ladrillo de barro secado al sol”. El empleo del adobe en el Perú, resulta de épocas pre-hispanas, la mayor parte de las cuales se han mantenido con el pasar de los años. Fue allí donde la utilización de este elemento (adobe) se extendió a lo largo de la historia peruana, gracias a su fácil accesibilidad además de crear entornos que disminuyen el ruido y la alta temperatura externa. En el Perú, existe una gran cantidad de viviendas hechas a base de adobe con paja, además, existe el pensamiento de que este tipo de viviendas tiene mayor vulnerabilidad frente al agua, puesto que el adobe disminuirá su fuerza estructural, a medida que avanza su saturación, volviéndose provisionalmente fluido y pegajoso (Pérez y Merino, 2017).

Cabe indicar que la principal ventaja del adobe es la flexibilidad en sus formas de fabricación y su sencillez de utilización. Los ladrillos de adobe representan el elemento hecho a mano más primigenio en el sector de la construcción. El adobe es definido como una pieza de tierra, sin ninguna preparación, que puede incluir paja u otro elemento optimizador de su estabilidad ante factores exógenos. En cuanto al suelo, este se compone de una mezcla de arcilla, arena y limo que al mezclarse con el elemento líquido vital (agua), originan el barro, no obstante, todavía se presenta la problemática de que el elemento no es útil para elaborar la mezcla.

En la Norma E 0.80, se indican las condiciones comunes para el tipo de tierra que se empleará en la producción de adobes, teniendo en cuenta que la gradación del suelo debe aproximarse a estos parámetros: arena 55-70%, limo 15-25% y arcilla 10-20%, no debiendo hacer uso de suelos con propiedades orgánicas. Respetar la política de gradación es trascendental, pues de aumentar el % de arcilla, se producirían grietas al interior por contracción de secado, de elevar el % de arena, disminuiría la adhesión y de hacer uso de suelos con propiedades orgánicas, se reduciría la resistencia ante la humedad y compresión. El adobe debe ser compacto y solo está permitido que tenga agujeros perpendiculares a su cara de asiento, cara mayor, que no sobrepasen el 12% de la zona bruta de esta cara. Se han desarrollado métodos para determinar si un suelo es útil para elaborar adobes, fundamentándose en pruebas de campo que posibiliten al final, indicar su grado de calidad (El peruano, 2006).

De acuerdo a la composición del adobe, Ureña y Llumitasig (2017), señala que la norma precisa una constitución, arena 55-70%, limo 15-25% y arcilla 10-20%, sin hacer uso de suelos con propiedades orgánicas (Norma Técnica E 0.80, 2006). El adobe es una mezcla a partir del suelo con una constitución balanceada de elementos finos (principalmente arcilla) y de elementos gruesos (principalmente arena), además de agua. La confluencia entre estos elementos, posibilita la fabricación del adobe generalmente denominado adobe simple. La relación arcilla/arena es una de las variables que más incide en las características del adobe, pues de no existir la arcilla, la confluencia del suelo con los demás elementos, incluyendo el agua, no será capaz de conseguir la consistencia que debe tener el adobe para enfrentar las acciones a las

que se someterá. En contraste, si se carece de una cantidad adecuada de arena, cada adobe se fracturará por retracción mientras dure el procedimiento de secado.

La arcilla, sirve como aglomerante, dado que conserva unida la masa, en tanto que la arena, actúa como soporte interno de la masa. Ante esto, la mezcla idónea entre los dos elementos constitutivos incide en una óptima conducta del material. La paja empleada en su estructura interna, aminora significativamente las contracciones por el secado al aire libre de las unidades de adobe, y optimiza su adhesión con otros elementos, con ello, se logra optimizar el grupo de albañilería al elevar la adhesión con el mortero. La longitud del cortado de la paja es de 5 cm. El agua usada para su producción debe ser limpia, bebible, sin materia orgánica, álcalis, ácidos, y sustancias deletéreas (García & Suárez, 2000).

Así mismo, el suelo, de acuerdo a Quintana y Vera (2017), es en concepto, el material localizado en las capas superficiales de la corteza de la tierra, es allí donde se originan, desarrollan y multiplican plantas y animales, resultante de la separación de las rocas con el transcurrir del tiempo, impactados por acontecimientos naturales y la vida estimulada producida en la superficie, se denomina partículas de suelo a las partículas minerales que tienen un tamaño inferior a los 2 mm. Esta partícula del suelo se tipifica de acuerdo a su composición de arcilla, arena y limo, las partículas con un tamaño mayor a los 2 mm., se recibe la denominación de fragmentos gruesos del suelo, y se tipifica de acuerdo a su tamaño en roca, piedra y grava.

Las gravas, en presencia del agua, son el elemento más estable del suelo, sin embargo, precinden de cohesión al estar secas, ante ello, necesitan de las arcillas y los limos para dar lugar a un soporte estable en el suelo (Suarez, 2001). Asimismo, la arena gruesa, de acuerdo a Quintana y Vera (2017), ante el agua, sus características mecánicas no se modifican y constituyen un componente estable. La arena alude al conjunto de granos minerales, que a pesar de ser estables, no tienen adhesión al estar secas, sin significativos traslados entre las partículas que las integran, no obstante, con una intensa fricción (Suarez, 2001).

Las arcillas, según Suarez (2011), al juntar a los suelos más gruesos, son el elemento que brinda adhesión, pero, por su inestabilidad en la composición del suelo, se presentan modificaciones de bastante severidad, en contraste con las arenas. La arcilla que sirven para elaborar los ladrillos constituye un componente sedimentario cuya composición está a base de partículas muy diminutas de silicatos hidratados de alúmina, aparte de otros minerales, entre ellos la illita y el caolín (como se citó en Quintana y Vera, 2017).

El adobe al enmarcarse dentro de la conceptualización de uso de barro arcilloso en la elaboración de muros, es considerado como antecesor del ladrillo, aun cuando el adobe no sufre las modificaciones físicas y químicas de la preparación, la arcilla se compone de silicatos de aluminio, de sistema cristalizado laminar. La diferencia de las arcillas está en su grado de pureza, propiedades y composición. A través de cielo abierto se da la explotación, empleando instrumentos mecánicos tradicionales. La fuerza de la cobertura que será alterada, varía de un yacimiento a otro, pero de forma frecuente en explotaciones inferiores a los 15 m. (García y Suárez, 2000).

Los limos, por tener una resistencia a la fricción menor que las arenas y al ser secos, carecen de adhesión, no obstante, su adhesión se eleva al entrar en contacto con el agua, aparte de tener cambios en volumen, pues se extienden y contraen. Los ríos y el viento depositado en los cauces de las corrientes de agua o encima de los terrenos que se inundaron, son los que trasladan en suspensión al sedimento clásico incongruente del limo. El diámetro de las partículas de limo debe oscilar entre 0,0039 mm. y 0,0625 mm. para ser tipificado como tal. Desde el antiguo Egipto, es popular el limo que depositaba el río Nilo, luego de sus constantes desbordes, con los cuales se generaban tierras fértiles para los agricultores, sin embargo, ese flujo se interrumpió al construirse la presa de Asuán. No se puede construir sobre tierra que no cuenta con adhesión, por lo cual, es esencial acoplar sistemas particulares de cimentación en obras de ingeniería o arquitectura (Quintana y Vera, Evaluación de la erosión y la resistencia a compresión de adobes con sustitución parcial y total de agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 100%, 75%, 50%, 25%, 0%, 2017).

Paja, recibe tal denominación el tallo seco ubicado entre la raíz y la espiga de un cereal (mijo, avena, cebada, centeno, trigo) o planta fibrosa (arroz, lino, canamo). A través de la fotosíntesis de la energía del sol, la paja absorbe minerales de la tierra y agua, por lo cual es una materia prima renovable. Su composición está hecha a base de tierra silicia, lignina y celulosa y muestra una cubierta cerosa e impermeable. Para construir fardos a base de paja, se sugiere la paja de centeno, arroz, escanada, trigo, dado que la paja de la avena y cebada son menos estables y resultan menos convenientes. La descomposición de la paja es lenta, debido a su alta concentración de silicatos. Gracias al secado al aire libre de los adobes, la paja optimiza su adhesión y disminuye sus contracciones, lo cual al aumentar su adhesión con revestimientos y el mortero, se logra optimizar en grupo el muro de adobe. Debido a que la paja tiene distintas tipologías, se sugiere usar la paja picada en parte de 5 a 10 cm. y primacía de 1% de peso, ya que un nivel alto podría aminorar la firmeza del adobe (García P. , 2020).

El agua, se considera como el componente esencial en el proceso de hidratar el adobe y desarrollar sus propiedades, en consecuencia, el agua tendrá que obedecer ciertas condiciones en la puesta en marcha de sus funciones para la mezcla química, sin generar inconvenientes posteriores de concentrarse ciertos elementos que podrían perjudicar (Cladera, Etxeberria, Schiess, y Pérez, 2019).

Acorde a las características del adobe. Según Quintana & Vera (2017), la tierra que es la materia prima del adobe, al ser obtenida localmente en las canteras próximas a la obra, le brinda una de sus principales ventajas, que es su bajo precio, en tanto que los insumos demandados que no se consiguen localmente, son relativamente pocos, y su valor económico no impacta en demasía el costo global de alguna obra. De otra parte, producir adobes y edificar con ellos, demanda solamente el uso de la energía solar y la humana. El bajo precio es un motivo preponderante para su abundante uso, por lo cual, esta técnica de construcción es utilizada, mayormente, por la gente de bajos ingresos en el Perú. Asimismo, el uso de materiales disponibles a nivel local le otorga a las edificaciones de adobe, buenas propiedades ambientales y ecológicas (Cladera, Etxeberria, Schiess, & Pérez, 2019).

Las propiedades del adobe, según Cladera et al., (2019), los adobes cumplen las siguientes funciones como material: aislante térmico, el adobe y el tapial se conforman de materia que constituye un excelente aislador térmico. Ante esto, una casa hecha a base de adobe, requerirá en sus interiores, una aplicación en menor proporción de sistemas de calefacción, en contraste con una casa hecha a base de material noble. Las viviendas edificadas con adobe resultan ser cálidas en invierno y frescas en verano, consiguiendo con facilidad una sensación térmica agradable. El coeficiente de conductividad térmica del adobe es de $0.25 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ siendo el del ladrillo de $0.85 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ y el del hormigón/concreto de $1.50 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ (Pons, sf).

Aislante sonoro, resultan ser muy buenos aislantes acústicos el tapial y adobe. La casa edificada con tierra cruda queda más alejada del ruido exterior, resultando ser más silenciosa que otras edificadas con material noble. De otro lado, lo que genera interiores más silenciosos, evita las reverberaciones y difumina el ruido al interior de las casas, es la superficie irregular del adobe (Pons, sf).

El ahorro energético en climatización. Los muros construidos a base de tierra, tienen la capacidad de aislantes térmicos, con los que se deja de lado la utilización de sistemas de climatización, esto permite economizar, reducir energía y emisiones de dióxido de carbono (Holguino, Olivera, & Escobar, 2018). En países fríos como los de Europa, una casa edificada con tapial o adobe, además de aplicar cierto proceso ecológico de climatización, como la energía solar pasiva, llegaría a prescindir en su totalidad de sistemas de calefacción, los cuales consumen combustible en importantes proporciones (Pons, sf).

Reductores de impacto ambiental, se emplea una cantidad menor de energía en la elaboración y procesamiento del adobe, a diferencias de otro material habitual. En lo que respecta a fabricar ladrillos, bloques de hormigón o cemento, se necesita quemar combustibles fósiles para la obtención de elevadas temperaturas necesarias en su procesamiento industrial. A diferencia de esto, el adobe y tapial se puede fabricar manualmente, además de dejarlo secar a la luz solar. El adobe necesita una energía de 2000 BTU para poder producirse (al ser en su mayoría de origen natural, limpio y renovable), a diferencia del ladrillo que requiere 15 veces más de energía (30.000

BTU), teniendo en cuenta además que para producirlos, se debe quemar combustible, el cual emana dióxido de carbono (Holguino, Olivera, & Escobar, 2018).

Regenerativos, tanto el adobe como el tapial, pueden reintegrarse por completo a la naturaleza, debido a que están constituidos de materiales locales y constantes de manera natural en el entorno, luego de cumplirse la vida útil de la edificación. Caso contrario ocurre con el cemento, hormigón/concreto, y principalmente con el ladrillo, cuya reintegración a la naturaleza luego de cumplirse la vida útil de la edificación, no se puede dar, puesto que generan escombros, produciendo más impactos ambientales (Holguino, Olivera, & Escobar, 2018).

Resistencia del material, pese a que la resistencia del adobe y tapial, resulta ser menor en comparación a otros materiales de carácter industrial como el concreto, para las personas, es suficiente. Es más, una construcción de adobe y tapial que ha sido bien edificada y conservada, superaría sencillamente el centenario de vida útil en buenas condiciones. Teóricamente y con el mantenimiento correcto, la resistencia de una construcción de adobe, puede ser indefinida.

Resistentes al fuego, gracias a sus características físicas y químicas, la tierra cruda es estable y resistente al fuego, siendo evidentemente mejor a otros materiales de índole industrial como el ladrillo o incluso, el acero.

Acorde a la teoría que detalla el poliestireno, este se define como un material celular extensamente utilizado en componentes estructurales, sistemas de aislamiento acústico y térmico, y en cubiertas de objetos electrónicos, eléctricos, e inclusive seres humanos, el Poliestireno Expandido (EPS) llamado también corcho o tecnopor, alude al material plástico celular fabricado sobre la base de perlas pre-extendidas de EPS o uno de sus polímeros, evidencia un sistema celular cerrado y lleno de aire (Textos científicos, 2015).

Las características destacadas de poliestireno, de acuerdo a Solís (2005) son: la capacidad de aislante térmico es alta. Su poder amortiguador es alto. Cuando se elastifica, se vuelve insuperable en la producción de entresijos flotantes para la reducción de sonidos intensos. Inclusive, en pésimos estados de utilización, es

eficiente al pasar de los años. Consigue una inmejorable relación: densidad/resistencia mecánica. El aspecto molecular de celdas cerradas, que se componen de 2% (plástico) y 98%, acreditan sus principales atributos.

Dentro de las propiedades que mantiene el poliestireno, está la ligereza, dado que el PES es un 98% de aire al interior del 2% de una matriz celular, por ello, es muy liviano. Su densidad es de 10 a 35kg/m², lo que posibilita la ejecución con él de obras constructoras seguras y ligeras, además, posibilita ahorrar en combustible en el transporte por el bajo peso del material. Es preciso expresar que el peso, es la característica que favorece su empelo en la obra, pues los materiales de gran peso, producen problemas en cuanto a la salud y seguridad laboral (Solís, 2005).

Las láminas aislantes de EPS, dado que no están impactadas por la humedad, pueden ser colocadas de forma rápida y en indistinta circunstancia climática. Resulta de gran provecho la gran coordinación entre el bajo peso las propiedades aislantes del EPS en edificaciones con poca energía, las cuales requieren coberturas más gruesas de aislante, además de contemplarse cargas estructurales por el intenso efecto que ejercen sobre la edificación. A través de impactos mecánicos o un apoyo frágil (aislamiento de fachadas, bajo la resistencia del EPS), se puede prevenir problemas asociados a una poca resistencia para soportar las cargas (Solís, 2005).

También presenta resistencia y transitabilidad, por su bajo peso, la estructura específica del PES, proporciona a la edificación los beneficios de una base excepcional a la compresión, sin que, a causa de la humedad, el material reduzca sus propiedades. Ante esto, es un material idóneo para utilizarlo en la ingeniería civil, principalmente para complementar cimientos y proteger soportes, tal es el caso de los ferrocarriles y los caminos. Se puede cambiar las propiedades mecánicas excepcionales del EPS para acoplarse a cada uso específico, en consecuencia, configuran una buena opción para las fuerzas dinámicas que soporta un aislante (más aun accesibles), saturación bajo la construcción de vías, caminos, pavimento, carreteras, y demás, en indistintas aplicaciones que soporten alguna carga (Solís, 2005).

Resistencia a la humedad, el PES no retiene la humedad y sus elementos aislantes y mecánicos no se echan a perder con el agua de esorrentía vapor, lluvia o

capilaridad. Entre la versatilidad de los materiales empleados para usos aislantes, el PES, constituye uno de los materiales de mayor resistencia a las consecuencias de la humedad. El humedecimiento que se sobreponga al instalar o por filtros involuntarios, tendrá una incidencia significativa en las cualidades térmicas del PES, esto revela que tiene durabilidad para toda su vida útil (Solís, 2005).

Aislante térmico, para Flores (2011, p.2), hace referencia al material utilizado en construcciones y considerado por su elevada capacidad de resistencia térmica, con la generación de una valla al tránsito del calor entre dos materias que se inclinarían a adecuarse en temperaturas. Ante esto, se emplean en razón de aislamiento térmico, materiales de estructura porosa/fibrosa, como espuma de poliuretano, lanas minerales, poliestireno expandido, poliestireno extruido, corcho y otros (Palomo, 2017).

Conductividad térmica o transferencia de calor, es una capacidad de índole físico, la cual se traduce en la suficiencia de un material para transferir calor al entrar en contacto directo, aparte de conducir, sin intercambiar la materia. Constituye una medida profunda que no depende del volumen de materia. El contraste a esto, es la resistividad térmica (Palomo, 2017). Conductividad térmica o transferencia de calor. En las construcciones, se usan múltiples materiales, que no en todos los casos favorecen al aislamiento térmico de las viviendas. Un buen aislante se reconoce por ser de material poroso o fibroso, pues adentro alberga celdas que al instante de su producción atrapan principalmente aire (Palomo, 2017).

Conceptualizando el Maguey, según Castillo (2018), es un grupo de plantas que actualmente pertenecen a la familia Asparagaceae, de acuerdo al sistema de clasificación APG III, sin embargo, estas plantas monocotiledóneas habitualmente suculentas, antiguamente pertenecían a la familia Agavaceae que le daba su nombre. Se originó en la zona árida que hoy se reparte entre el sur estadounidense y el norte mexicano. Es probable que hace 12 millones de años, el maguey haya empezado su proceso de diversificación, ya que ha alcanzado gran variedad de especies, pasando las 300. Recibe múltiples denominaciones generales, entre ellas, mezcal o fique, pita, cabuya, maguey, agave, entre los más sobresalientes.

La forma y crecimiento de las especies del género son muy similares respecto a su forma y crecimiento. Forman una gran roseta basal de hojas carnosas y gruesas, en ciertos casos, de grandes dimensiones, que se alojan en espiral en torno a un tallo corto respecto a su longitud, por lo que dan la impresión de nacen directamente de la tierra. Habitualmente se arman de voluminosas espinas leñosas y aplanadas en los bordes, y una cónica, solitaria, rematando el ápice. Las que carecen de espinas son muy pocas. Son plantas mono carpitas, su crecimiento es tardo y, culmina con la floración (Castillo, 2018). Las plantas desarrollan un escapo floral, más elevado que las hojas, y en el mismo periodo florece, produce, y deja de existir. Mayormente las especies desarrollan gran número de hijuelos basales en torno a la roseta original, configurando densas colonias que se desarrollan y fructifican.

En el Perú, la producción de maguey, se considera propia, pues su existencia y empleo provienen de épocas pre-hispánicas. La mayor producción de maguey se da en la sierra peruana, específicamente los departamentos de Áncash, Cajamarca, Ayacucho, Huancavelica, Huánuco y Junín. En el Cusco, tiene presencia en las ciudades de Huacarpay, Lucre, Maras, Salinas, Moray y Urubamba. El uso general que se le da es el de cerco vivo para determinar límites entre posesiones rurales y como planta ornamental, sin embargo, esta especie puede ser incluida en sistemas de agro forestación. Se desarrolla en tierras de baja productividad agrícola, las cuales son arenosas y pedregosas (Rivera, 2016).

La constitución química de la fibra de maguey cambia de acuerdo a la especie, tipo de procesamiento de la fibra, tipo de suelo y condiciones climáticas, no obstante, de forma frecuente, se ha hallado la existencia de lignina, semi celulosa, y celulosa como sus principales elementos. En este sentido, la lignina y la semi celulosa en las fibras naturales cumplen la función de dar protección a las fibras de celulosa de los ataques exógenos y paralelamente transmiten las presiones a las cuales se induce al grupo del elemento (Rivera, 2016).

Tabla 1*Conductividad térmica de diferentes materiales.*

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: Propia, 2020

A consecuencia de múltiples factores que inciden en la clase de resistencia, las propiedades mecánicas de la fibra de maguey pueden variar, no obstante, merece la pena subrayar que lo que delimita la resistencia mecánica de la fibra de maguey es la cantidad de celulosa, y según ello, se infieren valores de resistencia próximos, correspondientes a la composición química característica de la fibra de maguey (Rivera, 2016).

Tabla 2*Características mecánicas de la fibra de maguey.*

Tipo de Resistencia	Cuantificación
Resistencia a la tracción	305 Mpa (3 111.00 kg/cm ²)
Resistencia al corte	112 Mpa (1 1420.00 kg/cm ²)
Módulo de elasticidad	7.50 Mpa (76.50kg/cm ²)
Densidad	1.30 g/cm ³

Fuente: Propia, 2020

Dentro de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe, se indican: la absorción, correspondiente a la Norma y NTP 399.604,1999. Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de albañilería de concreto. La finalidad de esta prueba es tener conocimiento de la suficiencia de absorción de las muestras a ser probadas al alcanzar una situación de saturación, es decir, se obtendrá un indicador que reflejará la suficiencia de impregnación de agua de los especímenes frente a 1 día completo de ser sumergidos en el agua.

Resistencia a compresión, de acuerdo a la Norma NTP 399.604,1999. Unidades de albañilería. Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla utilizados en albañilería. El valor de esfuerzo resistente en compresión, se obtendrá sobre la base del área de la sección transversal, determinándose la resistencia última o f_0 como el valor que supere en el 80% de las piezas probadas. La resistencia a compresión de la unidad se realizará probando cubos labrados cuya arista será igual a la menor dimensión de la pieza de adobe, el valor del esfuerzo resistente en compresión se conseguirá en base al área de la sección transversal, debiéndose probar una cantidad mínima de 6 cubos, determinándose la resistencia final (f_0) como el valor que supere el 80% de las piezas probadas. Las pruebas se harán con piezas totalmente secas, siendo el valor de f_0 mínimo aceptable de 12 kg/cm².

Conductividad térmica o transferencia de calor. Según (Paucar, 2018), alude a una capacidad física que se traduce en la suficiencia de un material de transferir calor por contacto directo, conductividad, sin intercambiar materia. Es una medida intensiva que no depende del volumen de materia, la conductividad térmica λ , es representativa de cada material y necesita de la sustancia del cuerpo, se expresa en kcal/m.h.°C o W/m².°C, es una propiedad de los cuerpos y función de su condición física, siendo menor para los gases y mayor para los sólidos que para líquidos y sus valores límites son 360 W/m².°C para la plata y 0,02 W/m².°C para aire en reposo. El material térmico perfecto no existe y λ no podrá alcanzar el valor 0. Se puede disminuir la transferencia del calor, pero nunca podrá ser anulada.

De lo anterior, se puede justificar la investigación a nivel científico porque sigue los procedimientos del método científico, asimismo constituirá una contribución al sector de la construcción al que corresponde, además, se podrá conocer fortalezas y debilidades que tienen cada una de las unidades investigadas. Luego, se justifica a nivel social, debido a que influye directamente en la condición de vida de la gente, coadyuvando a moderar la temperatura al interior de sus casas, previniendo afecciones respiratorias, que se producen a causa de intenso friaje. Después, se justifica a nivel ambiental, pues es trascendental producir y emplear materiales y elementos para la construcción de edificaciones, de baja energía integrada y sencilla reintegración al entorno luego de culminar su vida útil. Asimismo, se justifica a nivel económico, por el bajo costo que este representa y la mejora, que se deduce de la investigación en cuanto a la durabilidad del adobe; de aquí parte el trabajo de investigación, que ha despertado el interés de contribuir con la sociedad al crear un adobe con poliestireno y mucílago de la penca de maguey, que constituirá una aportación trascendental en trabajos futuros para los estudiantes de Ingeniería Civil por ello se puede formular el problema a solucionar ¿Cuál es el efecto de sustituir poliestireno en un 4%, 5% y 6% con sustitución del agua por mucílago de penca de Maguey, en la resistencia a la compresión y conductividad térmica de un adobe?

En la conceptualización y operacionalización de las variables el adobe consiste en una pieza de barro producida manualmente en moldes y secadas al sol, la edificación de muros de adobe, se ejecuta con mortero de tierra y para la fabricación de adobes, se utilizan diversas clases de moldes, habitualmente de madera. En el Reglamento Nacional de Edificaciones se conceptualiza al adobe como una porción de tierra cruda, que puede mezclarse con arena gruesa o paja a fin de optimizar su durabilidad y resistencia, asimismo, es un material de bajo precio y muy asequible, dado que es fabricado por todas las comunidades locales, las edificaciones de adobe son auto edificadas, ya que la técnica de construcción típica es fácil y no demanda gasto complementario de energía, el barro representa una extraordinaria materia prima para construir y es el producto de la tarda eflorescencia de feldespatos, mica y cuarzo,

además el adobe hay en cantidades abundantes, es ahorrativo y reciclable, idóneo para moderar el control de los cambios de temperatura ambiental en un cuarto, suministra aislamiento térmico y acústico, capta los olores y no es consumido por el fuego.

La arena, se refiere a los residuos de rocas que se encuentran fracturadas y están en ciertas áreas. Estos, al mismo tiempo, podrían juntarse y dar paso a nuevos minerales, que se estabilizan al transcurrir el tiempo, formando las areniscas. Entre los 0,063 y los 2 mm. varía el tamaño de cada grado de arena.

El limo, alude al material elemento inactivo, sin propiedades cohesivas y firme al contacto con el agua, se compone de fracciones de roca con tamaño comprendido entre 0,002 mm. y 0,08 mm.

La arcilla, constituye el único material activo y vital para el suelo. Al entrar en contacto con el agua, puede ser amasado, actúa como una plastilina y puede adherir las demás partículas inactivas del suelo dando lugar al barro, el cual al secarse consigue una resistencia seca que lo hace un material de construcción. Sus fracciones son inferiores a dos micras (0.002 mm.).

La NORMA E.080 del RNE, señala respecto a los requisitos para construir edificaciones de tierra fortificada, que debe comprobarse que la tierra tenga oportuna existencia de arcilla por medio de pruebas descritas en los Anexos. Además, que esté ausente de cantidades nocivas de material orgánico. Debe acatarse lo precisado en: a) Agua potable o agua sin sales, sólidos en suspensión o de materia orgánica. b) Encontrarse limpia y sin sustancias nocivas como la materia orgánica, sales, álcalis, ácidos, aceites, entre otras.

Dimensiones, formas, preparación y calidad del adobe. El artículo 18 de la norma referida señala que: El bloque de adobe cuadrado no debe superar los 0.40 m. de lado, por motivos de peso. El bloque de adobe puede ser de aspecto cuadrado o rectangular y en el caso de encuentros, de formas especiales, pueden tener ángulos diferentes de 90°. El bloque de adobe rectangular debe tener un largo igual a dos veces su ancho. La altura del bloque de adobe debe tener una medida entre 0.08 m y 0.12 m.

El bloque de adobe terminado debe estar libre de materias extrañas, grietas u otros defectos que puedan degradar su resistencia o durabilidad.

Esfuerzos de rotura mínimos. Ensayos de laboratorio. El artículo 8 de la norma referida, indica que: Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para la medición de la resistencia del material tierra a la compresión, se desarrolla de acuerdo al siguiente procedimiento: a) Por medio del ensayo de compresión del material en cubos de 0.1 m de arista, se mide la resistencia. b) Según la expresión siguiente: $f_0=1.0\text{MPa}=10.2 \text{ kgf /cm}^2$, se calcula la resistencia última. c) Con el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea la misma o mayor a la resistencia última indicada, deben cumplir los cubos de adobes o muestras de tapial. d) Se sugiere elaborar muestras comprimidas en moldes de 0.1 x 0.1 x 0.15 m. con 10 golpes de un mazo de 5 kg de peso, de no existir muestras secas, en el caso del tapial.

Conductividad térmica o transferencia de calor. Según (Paucar, 2018), alude a una capacidad física que se traduce en la suficiencia de un material para transferir calor por contacto directo, conductividad, sin intercambiar materia. Es una medida intensiva que no depende del volumen de materia, la conductividad térmica λ , es representativa de cada material y necesita de la sustancia del cuerpo, se expresa en $\text{kcal/m.h.}^\circ\text{C}$ o $\text{W/m}^2.\text{}^\circ\text{C}$, es una propiedad de los cuerpos y función de su condición física, siendo menor para gases y mayor para los sólidos que para líquidos y sus valores límites son $360 \text{ W/m}^2.\text{}^\circ\text{C}$ para la plata y $0,02 \text{ W/m}^2.\text{}^\circ\text{C}$ para aire en reposo. El material térmico perfecto no existe y λ no puede alcanzar el valor 0. Se puede disminuir la transferencia del calor, pero nunca podrá ser anulada.

Calor específico “c”, se refiere a la dosis de calor (en cal o Kcal) exigida para aumentar 1gr o 1kg de una sustancia, por lo cual la dimensión del calor determinado es $\text{Kcal/kg.}^\circ\text{C}$.

Absorción de agua, según (Bolaños, 2016), para ejecutar el ensayo las unidades son secadas, pesadas y sometidas a la absorción al sumergirse en agua fría al pasar veinticuatro horas, la absorción máxima de la unidad corresponde al hervido de esta en el lapso de cinco horas y el coeficiente de saturación, es la relación entre la absorción y la absorción máxima. Luego de eso, se vuelven a pesar. La diferencia de

peso entre la unidad mojada y la unidad seca expresada en porcentaje del peso de la unidad seca recibe el nombre de absorción y absorción máxima. El coeficiente de saturación es simplemente la relación entre el porcentaje de absorción y absorción máxima.

$$\%ABS = ((P2 - P1) / P1) \times 100\%$$

Donde:

%ABS = Porcentaje de absorción de agua (%).

P1 = Peso de la unidad seca (gr).

P2 = Peso de la unidad saturada (gr).

Estabilizante. Se plantea el uso de la goma de hoja de Maguey y de esta manera lograr una estabilidad del bloque de adobe.

El mucílago de penca de Maguey, según estudios realizados por Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo 2005, en la sierra la hoja diferentes pencas al igual que la penca de maguey es empleada en la fabricación típica de adobe como estabilizante en el blanqueado de barro de los muros, así cumple con una función impermeabilizante, ya que disminuye la erosión provocada por las lluvias.

La operacionalización de las variables, involucra las siguientes variables. Variable independiente: Porcentaje (%) de adición de mucílago de penca de Maguey. Variables dependientes: La resistencia a la compresión. La conductividad térmica, ver anexo 2.

En la presente investigación, se realizó la sustitución del agua por goma de penca de maguey en porcentajes de 4%, 5% y 6% para determinar su influencia en pruebas de resistencia a la compresión y conductividad térmica, donde el adobe es una pieza de barro confeccionada con moldes, de una proporción un poco mayor que la de

un ladrillo. En la composición de muros, los adobes se apilan del mismo modo como se realiza con los ladrillos y para juntarlos entre sí, se usa cal, arena o arcilla. Los adobes cuentan con buena inercia térmica, aislamiento acústico y térmico y resistencia en lo que respecta a la compresión.

Con lo que se pudo analizar la realidad problemática, a nivel mundial sobre adobes para viviendas climatizadas es un tema con implicaciones socioeconómicas. Según (MUNDO, 2019), el número de personas muertas sigue en aumento, pues otros tres sujetos murieron en el país de Polonia a consecuencia de la hipotermia, llegando a 21 la totalidad de víctimas. Se produjo, 1 deceso en Gran Bretaña y Holanda, 2 en Italia, Serbia, Rumania y Eslovenia, 3 en España, 4 en Francia y Eslovaquia, 5 en Lituania y 6 muertes en República Checa en los últimos días. En el Perú, en los sitios situados por encima de los 4,000 m.s.n.m., se sigue adoleciendo debido a temperaturas extremadamente bajas. De acuerdo al último estudio de daños de INDECI, la salud de 257.251 personas ha sido afectadas y el 51% de los perjudicados, además, se encontró 7.569 casos de neumonía y 627.943 de padecimientos respiratorios agudos, y a nivel local, los problemas de friajes se observan a menudo, donde la implementación de un sistema de aislamiento térmico beneficiará a su población, la utilización de un material común entre ellos contribuirá en el sistema de aislamiento térmico.

Para ello se planteó la siguiente hipótesis, las unidades de adobe con porcentajes de poliestireno y sustitución total de agua por mucílago mejoraría las propiedades resistentes a la compresión, y conductividad térmica, frente a las unidades de adobe tradicional, con lo que se planteó el objetivo general de determinar el efecto de la sustitución total del agua por mucílago de la penca de maguey con adición de poliestireno en un 4%, 5% y 6% ante la resistencia a la compresión y conductividad de térmica, de lo cual se desprendió los objetivos específicos de analizar y caracterizar los materiales más adecuados para la elaboración de adobes, diseñar la mezcla y la dosificación ideal, evaluar la resistencia a compresión, evaluar la conductividad térmica, evaluar el efecto de absorción y evaluar el efecto de la sustitución total del agua por mucílago de la penca de maguey con adición de un 4% 5% y 6% de poliestireno expandido ante la resistencia a la compresión y conductividad térmica.

II. METODOLOGÍA

Tipo y diseño de investigación

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014), la investigación aplicada alude al tipo de estudio pragmático o utilitario que se vale del conocimiento alcanzado por la investigación básica o teórica para los conocimientos y solucionar problemáticas inmediatas, y definieron a la investigación aplicada, llamada también investigación científica aplicada, por lo cual el tipo de investigación de la presente tesis es aplicada, dado que los resultados que se obtuvieron sirvieron para solucionar las problemáticas vinculadas al ámbito de las construcciones, optimizando de esta manera propiedades de resistencia a la compresión y conductividad térmica. La presente investigación es también aplicada, ya que se buscó la resolución de un problema conocido y hallar las respuestas a los problemas específicos. Con la utilización de métodos actualizados, de bajo costo y naturales, pues considerando el conocimiento previo ya estudiado, se comprobó experimentalmente la resistencia térmica de los adobes y la resistencia a la compresión de los adobes empleando dos elementos vitales (poliestireno, mucílago de penca de maguey), en comparación a un motero convencional.

Asimismo, el enfoque de investigación, es cuantitativo, ya que se estudió las variables y sus indicadores de forma objetiva a través de la medición y el registro, en base al método de la experimentación, así mismo, se apoya en la metodología de los procesos estadísticos tanto en su fase descriptiva como inferencial. Así también, es un estudio explicativo, debido a que trata de dar explicación al comportamiento de la resistencia del adobe como resultado de reemplazar el agua por mucílago de penca de maguey y adición de un 4% 5% y 6% de poliestireno expandido.

Acorde al diseño, la investigación presenta un diseño experimental del tipo en bloque al azar, puesto que es un proceso en el que se estudió la mezcla tradicional del mortero a diferencia de la nueva mezcla elaborada con el reemplazo al cemento en un 10% (5% de polvo de concha de abanico y 5% de ceniza de cáscara de arroz). Gran parte de la investigación, se concentró en las pruebas ejecutadas en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, donde el investigador estuvo en contacto con los ensayos que se llevaron a cabo, consiguiendo resultados según el planteamiento de los objetivos.

La investigación tiende a ser experimental con categoría pre experimental porque se caracterizó por un bajo grado de control y, por ende, tiene baja validez en el ámbito interno y externo, en otras palabras, hubo poco o nulo control de variables intrusas (Campbell y Stanley, 1973). El tipo de diseño del estudio fue no experimental, citado por Campbell y Stanley (1973), pues presentó un control bajo de variables y fuentes de invalidez, en este sentido, los diseños pre experimentales más populares son: diseño de comparación estática o comparación de grupos solo después, pre-test con un solo grupo, pos-test con un solo grupo, diseño de un grupo solo después.

Población, muestra y muestreo

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), la población hace referencia a la agrupación de individuos u objetos de los cuales se busca conocer algo en cierta investigación, la población o universo, puede constituirse de seres humanos, animales, accidentes viales, muestras de laboratorio, nacimientos, y demás. Según Rodríguez (2017), la población es limitada por el fin u objetivo principal del trabajo, y no solo por la localización o límite geográfico, u otras particularidades anteriores a ello. En este sentido, la población se conforma del cúmulo de componentes que integran un grupo de investigación.

La Cuantificación de la población, para efectos de este estudio, se consideró como población al conjunto de adobes de medidas 25 x 13 x 10 cm aceptadas por la Norma E0.80 del RNE, donde indica que los cubos de adobe o muestras de tapial deben obedecer el promedio de los cuatro mejores ejemplares (de seis muestras) por lo que se hizo con la cantidad de 4 adobes para cada muestra, donde se le reemplazó el agua por el mucílago de la penca del Maguey más la adición del 4% 5% y 6% de poliestireno expandido en cuanto al peso del adobe, haciendo un total de 36 adobes.

Según Quintana y Vera (2017), la muestra se refiere a la agrupación reducida de componentes de dicha población, donde se examinan sus propiedades particulares, generalmente, aunque no en todos los casos, a fin de deducir esas propiedades al total de la población. Aquí, se habla de muestras ejemplares y los componentes que la integran se toman aleatoriamente, se aplican el muestreo aleatorio simple, sistemático con inicio aleatorio, estratificado aleatorio, o cualquier otro del tipo. En lo que respecta

al muestreo aleatorio, la totalidad de los componentes tienen iguales posibilidades de ser seleccionados e incorporados en la muestra.

Para la evaluación de la muestra, se aplicaron criterios muestrales, o sea esta muestra fue evaluada a través de muestras con sustitución de agua por mucílago de penca de maguey y la adición de poliestireno en porcentajes de 4%, 5% y 6% en cuanto al peso del adobe, al que se le aplicarán ensayos de fuerza a la compresión y conductividad térmica.

La muestra estuvo constituida por 48 adobes de 25 x 13 x 10 cm:

Ensayo de compresión simple

- 4 adobes con 0% de mucílago y 0% de poliestireno (patrón)
- 4 adobes con 100% de mucílago y 4% de poliestireno
- 4 adobes con 100% de mucílago y 5% de poliestireno
- 4 adobes con 100% de mucílago y 6% de poliestireno

Ensayo de conductividad de calor

- 4 adobes con 0% de mucílago y 0% de poliestireno (patrón)
- 4 adobes con 100% de mucílago y 4% de poliestireno
- 4 adobes con 100% de mucílago y 5% de poliestireno
- 4 adobes con 100% de mucílago y 6% de poliestireno

Ensayo de % de absorción

- 4 adobes con 0% de mucílago y 0% de poliestireno (patrón)
- 4 adobes con 100% de mucílago y 4% de poliestireno
- 4 adobes con 100% de mucílago y 5% de poliestireno
- 4 adobes con 100% de mucílago y 6% de poliestireno

Población = Muestra

El muestreo, según Mata et al, (1997), alude al método utilizado para seleccionar los componentes muestrales de la totalidad de la población. Se refiere a una agrupación de criterios, reglas y procedimientos a través de los que se elige un grupo de componentes de una población que revelan lo que ocurre en el total de la población. Los dos métodos para la selección de muestras de poblaciones son el muestreo no aleatorio o de juicio, y el muestreo aleatorio (que incluye el azar como vía en el proceso de selección). En el muestreo aleatorio cuando la probabilidad de selección concordante a cada individuo de la población se conoce previamente, y además, obedece la regla de que todos los componentes de la población tienen cierta posibilidad de ser elegidos en la muestra, recibe la denominación de *muestreo probabilístico*. Por otro lado, una muestra elegida por muestreo de juicio puede apoyarse en la vivencia de alguien con la población. En ciertos casos, la muestra de juicio se emplea como modelo o muestra tentativa para determinar cómo se tomará más adelante una muestra aleatoria.

Según Quintana y Vera (2017), para la determinación del tamaño correcto de la muestra, existen ciertas fórmulas que deben ser usadas de acuerdo al caso. Por ejemplo, se evidencian casos en los que se está consciente del número total de unidades de investigación que componen el universo, sin embargo, se presentarán casos en los que no se sepa exactamente el tamaño de la muestra por ser demasiado amplio el universo de estudio.

Para esta investigación, la cuantificación del muestreo estuvo representada por cada una de las unidades de adobe, por lo tanto, fueron 48 unidades y los elementos muestrales fueron evaluados con el mucílago de la penca de maguey, extraída del departamento de Áncash, provincia de Huari, distrito de Chavín de Huántar, los elementos muestrales fueron confeccionados con paja comprada, así como también producidos con el mucílago de maguey con 18 días de macerado; para la elaboración del adobe, esto se dio en el centro poblado de Machcas – distrito de Chavín de Huántar, Áncash, y se elaboró con los suelos propios del lugar.

Técnicas e instrumentos de investigación

La técnica que llegó a emplearse en el estudio, fue la observación de los acontecimientos, pues se observó los sucesos generados por los ensayos, los cuales se registraron en procedimientos y fichas técnicas; y el instrumento, fue la recopilación de datos, que se aplicó el trabajo, el cual se basa en procedimientos indicados en los anexos, por todo lo mencionado, para los ensayos en laboratorio respecto al suelo, se desarrolló ensayos de granulometría, límites de Atterberg y contenido de humedad, en cuanto a las propiedades mecánicas del adobe, se llevó a cabo ensayos de resistencia a la compresión en el adobe; para las propiedades físicas del adobe, se ejecutó ensayos de absorción y conductividad térmica. Estos ensayos, se indican en la tabla siguiente:

Tabla 3

Técnicas e instrumento de investigación.

VARIABLES	TÉCNICA	INSTRUMENTO	FUENTE
	Investigación Bibliográfica	Ficha Bibliográfica	Bibliotecas Virtuales, Bibliotecas Físicas
variable independiente			
Poliestireno			
(X1)			
variable dependiente		Guía de observación Resumen.	
Esfuerzo a la compresión	La observación		Encargado del laboratorio USP
(Y1)		Formatos y fichas de las pruebas de laboratorio	
Conductividad Térmica			
(Y2)			
% de absorción			
(Y3)			

Fuente: Elaboración propia, basado en el método del proyecto

Como técnica, se aplicó la observación, pues la percepción del material fue registrado cuidadosamente, con la experiencia del caso, y todo lo observado fue detallado por escrito, para ello se usó como instrumento una guía de observación resumen y formato de las pruebas de laboratorio, ello posibilitó la elaboración de sistemas de organización, y clasificación de la información para los diferentes ensayos, considerando que el material utilizado en el diseño de mortero requirió ser evaluado por un conjunto de ensayos, puesto que dichos ensayos son los que dictaminan, si los materiales son aptos para la mezcla de mortero a emplear, por lo cual se tuvo en cuenta al siguiente ensayo.

Procesamiento y análisis de la información

La aplicación de la toma de muestra de los materiales constituyó una operación trascendental para el procedimiento de control de fabricación del adobe, en donde la localización geográfica o espacial del estudio tuvo lugar en la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Pedro (USP), la misma que se encuentra ubicada en los Pinos, en la ciudad de Huaraz, región Áncash. Sus coordenadas son UTM: -9.511497-N y -77.528530-E y una altitud de 3,200 m.s.n.m.

Para el procesamiento para la obtención y caracterización de los materiales, se empezó con la extracción directa de pencas de maguey, donde se necesitó el uso de los siguientes equipos y materiales: guantes de cuero, punzón o trinche, lentes de protección, chaleco, saquillo, tapa bocas, machete o segadera. En el procedimiento para extraer directamente la penca de maguey, se seleccionó las pencas, dado que las pencas no podían estar maduras, asimismo, se ejecutó la selección de las pencas para continuar con la extracción de la muestra representativa. Después de contar con una muestra representativa, se dio el tratamiento de la toma de muestras en donde al inicio, se localizó las pencas, donde se podría hallar el mayor número de pencas jóvenes, se sugiere la extracción de pencas en el horario de la mañana y con un cielo muy despejado, pues la savia sube a las hojas de las plantas de maguey. Luego de que las pencas fueron localizadas, se prosiguió con la extracción de la penca de maguey ya elegida, donde se hizo la toma de datos indicados en la tabla 6.

Tabla 4*Datos de la extracción de la penca.*

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE HOJA DE PENCAS	
EXTRACCION DE PENCAS	25	Un.

Fuente: Elaboración propia, 2020

Luego de la extracción de las pencas de maguey, se continuó con la extracción del mucílago las pencas de maguey, donde se utilizaron los siguientes equipos y materiales: un saquillo, lentes, brocha, mesa, guantes de cuero, punzón o trinche, chaleco, alicate o pinzas, balde o tina, cuchillo o machete. Asimismo, el procedimiento para la extracción del mucílago de la penca de maguey fue: para quitar las espinas de las pencas, se utilizó un cepillo y/o escoba, y para aquellas espinas que no logró sacar el cepillo o la escoba, se utilizó un alicate y pinzas, se continuó con el cortado o picado de las pencas del maguey con la ayuda de un cuchillo de medidas 2 x 2 cm., en un lavatorio amplio se colocó igual cantidad en peso de penca cortada y agua en proporción de 1/1, el agua debía tapar las pencas, luego, se dejó por un lapso de 18 días de maceración, tiempo en el que el agua y las pencas presentaban mayor viscosidad. Luego de 18 días de macerado de las pencas, se extrajo el mucílago dividiendo el material sólido residual con una malla de 5 mm. y guardando el mucílago en baldes; en todo el proceso, se realizó la toma de datos, lo cual se indica en la tabla 7.

Tabla 5*Extracción de cantidad de pencas y de mucílago.*

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UND
CANTIDAD DE PENCAS	521	Un.
PESO PROMEDIO DE UNA PENCA	0.5	kg
PESO DE MUCÍLAGO EXTRAIDO	296	kg

Fuente: Elaboración propia, 2020

Una vez obtenido el mucílago, se continuó con la extracción de la tierra que fue obtenida del km 5 aproximadamente de la carretera Chavín de Huántar - Machcas, ubicado a 20 metros de la Plaza del Centro Poblado de Machcas de la región Áncash, provincia de Huari, distrito de Chavín de Huántar, la extracción se llevó a cabo por medio de la excavación manual por el investigador, luego, se hizo el cuarteo correspondiente del material *in situ*, para luego proceder a estudiar los suelos en el laboratorio, y el traslado del material se ejecutó en sacos tapados por bolsas para no adulterar su humedad y prevenir que la muestra fuera contaminada, por último, se trasladó al Laboratorio de la Universidad San Pedro, filial Huaraz para el desarrollo de los ensayos mencionados antes. La ubicación geográfica de la cantera fue en la región Áncash, provincia Huari, distrito Chavín de Huántar con las siguientes coordenadas UTM: -9.571821N, -77.180738E

Una vez extraída la tierra, se continuó con el procedimiento de la prueba de campo, la primera fue la prueba de color, el procedimiento consistió en tomar el material en condiciones de sequedad *in situ*, pues húmedo hubiera modificado el color, el color claro y brillante es propio de suelos inorgánicos. Luego de hacer esta prueba, se tomó los datos que se pueden ver en la figura 76; con la prueba dental, el procedimiento consistió en tomar un poco del material para ser estrujado entre los dientes; si rechinaba desagradablemente, era suelo arenoso, si rechinaba ligeramente, era suelo limoso, si no rechinaba, era suelo arcilloso. Al finalizar la prueba, se tomó los datos, que se indican en la tabla 77; con la prueba olfativa, el procedimiento consistió en tomar un poco de material humedecido para el reconocimiento de fracciones orgánicas que habitualmente despiden un olor a moho. Después de realizar la prueba, se tomó los datos, los cuales se indican en la figura 78; con la prueba de brillo, el procedimiento consistió en amasar con agua el material hasta que se formara una bola consistente que fuera del tamaño de la mano, se cortó por la mitad para observar las superficies, si las superficies eran opacas, se trataba de arenas, si eran poco brillantes se trataba de limo, y si eran brillantes, se trataba de arcillas. Luego de desarrollada la prueba, se tomó los datos, los cuales se presentan en la figura 79.

Ya con las pruebas anteriores, se continuó con el procedimiento de la prueba del enrollado, este procedimiento consistió en tomar un poco de tierra húmeda y hacer un rollo manualmente de 0.15 cm. de diámetro, suspenderlo en el aire y medir la longitud del extremo que se rompía, donde se podían dar 3 casos; cuando el rollo se rompía al conseguir una longitud entre 5 y 15 cm era una tierra arcillosa – arenosa, la cual es un material adecuado para la elaboración de los adobes, cuando el rollo se rompía al conseguir una longitud mayor a 15 cm. era una tierra arcillosa, que es inapropiada para la elaboración de adobes; y, cuando el rollo se rompía al conseguir los 5 cm., era una tierra arenosa, que también es inapropiada para la elaboración de los adobes. Luego de desarrollada la prueba se tomó los datos, los cuales se indican en la figura 80.

En la prueba de resistencia seca o de la bolita, el procedimiento consistió en tomar puñados de tierra seca, sin terrones, mezclarlos perfectamente, después agregarles agua con una regadera manual para monitorear la cantidad de agua en la mezcla, se tomó un poco la mezcla, se hizo una bola con la mano, de casi 5 cm. de diámetro, se dejó caer con el brazo extendido a una altura de 1.20 m. eso indicaba que, si al caer la bola se dispersaba en partículas pequeñas, el material tenía poca agua. Si se aplastaba el material y no se desbarataba, tenía agua de más, si se desmoronaba en trozos grandes, el material era apto para utilizarse en la producción del adobe, si al caer la bola, se dispersaba en partículas grandes, el material tenía poca agua. Si se aplastaba el material y no se desbarataba, tenía agua de más. Si se desmoronaba en trozos grandes, el material era apto para ser utilizado en la producción de adobe. Luego de desarrollada la prueba, se tomó los datos, los cuales se detalla en la figura 81.

También se desarrolló la prueba de la botella, donde su procedimiento consistió en muelar un poco de tierra perfectamente para ser colocada dentro de una botella, añadiéndole una cantidad igual de agua, se agitó y dejó reposar hasta que el agua quedó clara. Para la aceleración de la sedimentación, se le agregó al agua una cucharada de sal, primero, se decantaron primero las arenas por ser las partículas más pequeñas, luego, siguieron los limos, y al final, se depositaron las

arcillas, por ser las partículas más livianas. Luego de desarrollada la prueba, se tomó los datos, los cuales se indican en la figura 82; teniendo en cuenta todas las pruebas realizadas para la selección del suelo, se procedió a elaborar adobes de prueba y adobes para ser sometidas a flexión, su procedimiento consistió en la fabricación de unos adobes iniciales para identificar si el tipo de suelo daba mejor resultado y para determinar la cantidad de insumos necesarios de una unidad de adobe (mucílago, agua, paja, tierra), luego, se dejaron secar al sol, para observar si se presentaban rajaduras en los adobes a los 28 días; en la prueba de inflexión, el procedimiento consistió en la elaboración de tres adobes iniciales, luego, se colocó una unidad de adobe encima de otros dos que estaban en el piso separados a 20 cm. uno del otro, luego, se colocó una carga específica de 80 kg. Sobre el adobe por 1 minuto, con esta prueba, se determinó la resistencia a la flexión de las unidades de adobe frente a la acción de cargas verticales, para estas pruebas, se realizó la toma de datos, que se pueden visualizar en la figura 83 y 84.

El procedimiento de los ensayos que se realizó para el análisis y control del suelo en el laboratorio, se inició con el procedimiento del contenido de humedad, que consistió en pesar un recipiente de aluminio o cápsula, incluyendo su tapa, reconocer y examinar oportunamente el recipiente, luego, se procedió a tomar una cantidad prudente de suelo húmedo en el recipiente y se precisó el peso del recipiente más el suelo húmedo, cuando la muestra se hubo secado hasta demostrar un peso invariable, se determinó el peso del recipiente más el del suelo seco. La toma de datos de contenido de humedad, se detalla en la figura 85.

El procedimiento para los ensayos de los límites de consistencia o límite de Atterberg, consistió en lo siguiente; en el límite líquido se hizo: remoldación (manipulación) de la muestra de suelo, deshaciendo su estructura inicial, se ajustó el alto de la caída de la cuchara de Casagrande, se giró la manivela hasta que la cuchara se elevó a su máxima altura usando el calibrador de 10 mm. (adosado al ranurador), se verificó que la distancia entre el punto de percusión y la base fuera de 10 mm. específicamente, si era necesario, se aflojaban los tornillos de fijación y se movía el ajuste hasta la obtención del alto de caída requerido, si el ajuste era

el correcto, se escuchaba un ligero campanileo generado al golpear el tope de la cuchara; si la cuchara se levantaba por sobre el calibre o se escuchaba ningún tipo de sonido, se debía realizar un nuevo ajuste, colocar la muestra en el plato de evaporación, aumentar agua e integrar totalmente con la espátula, continuar el paso hasta obtener una mezcla homogénea, luego, se colocó el aparato de límite líquido sobre una superficie estable, cuando se hubo mezclado con una cantidad suficiente de agua para la obtención de una consistencia que requiriera alrededor de 15 a 20 golpes para cerrar la ranura, se tomaba una porción de la mezcla un poco mayor a la cantidad que iba a ser sometida a ensayo.

Luego, se colocó esta porción en la cuchara con la espátula, focalizada en el soporte de la cuchara con la base, se comprimió y se extendió por la espátula, impidiendo la introducción de burbujas de aire en la mezcla, se enrazó y niveló a 10 mm. en el punto de mayor espesor, se reincorporó el material sobrante al plato de evaporación, se colocó sobre una superficie de base estable, se giró la manivela alzando y soltando la taza con una frecuencia de dos golpes/segundo hasta que las paredes de la ranura entraron en contacto con el fondo del surco a lo largo de una parte de 10 mm. Si el cierre de la ranura era irregular a causa de burbujas de aire, se descartaba el resultado conseguido, repetía el procedimiento hasta hallar dos valores seguidos que no difirieran en más de un golpe, se registró el número de golpes requeridos (n), se retiró alrededor de 10 g. del material que se juntó en el fondo del surco, se colocó en un recipiente y se determinó su humedad (w). Se repitieron las operaciones anteriores por lo menos en dos pruebas más usando el material juntado en el plato de evaporación, el ensayo debe ser realizado del estado más húmedo al más seco. La pasta de suelo se batió con la espátula de manera que se fue secando homogéneamente hasta que se obtuvo una consistencia que requirió de 15 a 35 golpes para cerrar la ranura. Después de esto, se llevó las muestras al horno a una temperatura de 110°C para que secase toda la noche.

En el procedimiento para el ensayo de los límites de consistencia o límite de Atterberg, también se hizo lo siguiente; en el límite plástico, el procedimiento consistió en dividir en múltiples partes diminutas la muestra de 20 a 30 g. de suelo

que se separó previamente en la preparación de la muestra para límite líquido. Se tomó una porción de la muestra de ensayo preparada de 1 cm³, se amasó la muestra entre las manos y luego, se la hizo rodar con la palma de la mano la base del pulgar sobre la superficie de amasado compuesto por un cilindro solo con el peso de la mano, cuando el cilindro alcanzó un diámetro de alrededor de 3 mm., se dobló, amasó nuevamente y volvió a componer el cilindro, se repitió la operación hasta que el cilindro se desagregó al llegar a un diámetro de alrededor de 3 mm., en trozos de orden de 0,5 a 1 cm de largo, de manera que no podía ser amasado o reconstruido, se repitió las fases previas con dos porciones más de la muestra de ensayo, los datos que se obtuvieron de los límites de consistencia tanto en el límite plástico como en el límite líquido, se presentan en la figura 86.

Para el análisis granulométrico del suelo, se realizó el cuarteo del suelo y se extrajo una muestra característica del suelo para la realización del ensayo, se pesó el suelo seco, se continuó con el lavado del suelo empleando la malla N° 200, luego del lavado, se colocó el material en un recipiente y fue llevado al horno por 24 horas, luego que se retiró del horno, el suelo lavado se dejó enfriar, se pesó el suelo seco y se ordenaron las mallas junto a la cazuela y se dio inicio al tamizado del suelo, una vez ya tamizada, se retiró con cuidado, pues se tuvo suelo retenido en cada malla, se pesó el suelo de cada tamiz en la balanza, para este procedimiento, se tomó los datos que se indican en la figura 87.

Para el ensayo de viscosidad del mucílago de penca, se realizó cada 3 días con esa misma muestra, el fin del ensayo fue determinar la cantidad de días en los que el mucílago se encontraba listo para su utilización, se tomó las masas de mucílago y de la canica, se halló la densidad del mucílago en base a la fórmula siguiente:

$$Dm = m/v$$

Donde:

Dm= Densidad del Mucílago. (gr/cm³)

m= Masa del Mucílago (gr)

$$v = \text{Volumen del Mucílago (cm}^3\text{)}$$

Se halló la densidad de la canica, primero se calculó el volumen a través de la fórmula siguiente:

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

Donde:

$VOL = \text{Volumen (cm}^3\text{)}$

$$\pi = 3.14$$

$r = \text{Radio de la Canica (cm)}$

Contando con estos valores, se reemplazó en la fórmula de densidad para calcular la densidad de la canica, una vez que se obtuvo todos los datos, se halló las velocidades, con la fórmula siguiente:

$$V = d/t$$

Donde:

$V = \text{Velocidad}$

$d = \text{Distancia (cm)}$

$t = \text{Tiempo (s)}$

Para esto, se necesitó un vaso de cristal y allí se colocó el mucílago (1000ml), luego, se soltó la canica a la altura que se debía medir y se tomó el tiempo en el que la canica chocó con la base, una vez considerado el tiempo, se reemplazó en la fórmula de la velocidad, con todos los datos se reemplazó en la fórmula de viscosidad:

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

Donde:

$D_{\text{canica}} = \text{Densidad de la Canica (g/cm}^3\text{)}$

$D_{\text{mucilago}} = \text{Densidad del Mucílago (g/cm}^3\text{)}$

$g = \text{Gravedad (cm/s}^2\text{)}$

$r = \text{Radio de la Canica (cm)}$

$Vel = \text{Velocidad (cm/s)}$

La toma de datos para el ensayo de viscosidad se detalla en la figura 88.

Para el ensayo de absorción se recomendó tomar una cantidad mínima de 4 unidades, continuando el procedimiento fijado por la NTP 399.604 y 399.613. En el estudio, se usó 4 unidades, se colocaron los adobes en el horno entre 110°C y 115°C y se pesaron después de enfriarlos a temperatura ambiente, se repitió el procedimiento hasta que no se presentaron cambios en el peso. Para enfriar los adobes, se los colocó sin amontonarlos en un lugar abierto con libre ventilación conservándolos a temperatura ambiente durante 4 horas, se introdujeron en un recipiente lleno de agua destilada, teniéndolos totalmente inmersos al transcurrir 24 horas, garantizando que la temperatura del baño estuviera comprendida entre 15°C y 30°C, transcurrido el plazo precisado, se retiraron los especímenes del baño, secando el agua superficial con un paño humedecido y fueron pesados, los especímenes debieron pesarse dentro de los 5 minutos siguientes al momento en el que se extrajeron del recipiente, la toma de datos para este ensayo se presenta en la figura 89.

Para el procedimiento para preparar los testigos, para comenzar, se halló el porcentaje de mucílago de penca de maguey que se agregó a la mezcla de barro, el cual debe ser en cuanto al peso seco del suelo, para esto, se calculó la cantidad de tierra para cada porcentaje de testigos, además, se procedió a tamizar o cernir la tierra con una malla 0.5 cm., respecto al tamaño máximo que deben contar las partículas del suelo, para tamizar el suelo, se utilizó el tamiz N° 4, para la eliminación de impurezas y no contar con un contenido alto de grava. Se considera que debería conservarse un 5% de grava. En la investigación, se tamizó el suelo por una malla de 0.5 cm., se procedió a dividir las cantidades de tierra para los diversos porcentajes de mucílago sobre un plástico para poder hacer una buena mezcla sin desaprovechar el mucílago. Se cortó la paja de 10 cm. de longitud, se procedió a elaborar la mezcla de barro para la fabricación del adobe, para ello, se tuvo la cantidad de mucílago para la preparación, además, se colocó la cantidad de paja y poliestireno demandada en cada muestra, se cubrió con plástico para que reposara durante un día.

Al siguiente día, se comprobó la mezcla, que estaba apta para elaborar los adobes en los distintos porcentajes, se preparó el lugar en el cual se iba a poner los adobes y se inició la fabricación de ellos; las adoberas horas previas a su uso, fueron remojadas en agua; con el apoyo de las manos, se recogió una porción de barro y se colocó al interior de la adobera con fuerza para impedir los vacíos, una vez que se terminó de elaborar los adobes, se cubrieron con plásticos para resguardarlos, luego de 3 días, se procedió a darles la vuelta y a los 5 días se arrumaron en un sitio cerrado para que pudieran estar resguardados del sol y así prevenir la aparición de fracturas o rajaduras, y llegaran a secarse totalmente, para lo cual se marcó el porcentaje que tuvo cada uno de ellos.

Para el ensayo de laboratorio de conductividad térmica, se empezó seleccionando los adobes aleatoriamente, se envió los testigos a la ciudad de Lima en el laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería, ya que no se puede viajar porque hasta la fecha la ciudad de Huaraz continuaba en cuarentena focalizada, debido a la emergencia sanitaria que se decretó por causa del COVID-19, conocido también como CORONAVIRUS, una vez en la ciudad de Lima se continuó con el procedimiento del ensayo colocando el equipo por cada lado, se seleccionó el tipo, que en este caso fue el cubo, luego, siguió la inserción de las medidas de los testigos, que en este caso fue de 25x15x10cm y la temperatura ambiental, y así el equipo halló los resultados de conducción de calor que tiene el material.

Y por último, para los ensayos de laboratorio como lo fue el ensayo del esfuerzo, se inició con la selección de los adobes aleatoriamente, se continuó con la colocación del jebe en reemplazo del capi de yeso en la parte superior y en la parte inferior dentro del equipo de resistencia a compresión, y se programó al equipo, eligiendo el tipo, luego, se continuó con la inserción de las medidas de los testigos, que en este caso fue de 25x13x10cm, la toma de datos para el ensayo de compresión simple a 28 días, se detalla en la figura 89.

III. RESULTADOS

Caracterización de la muestra de adición del adobe

Para la caracterización se realizó, la selección de la tierra, el poliestireno y la penca para elaborar adobes, se consiguió de una cantera localizada en el mismo distrito, se preparó la mezcla añadiendo los porcentajes indicados de poliestireno, se utilizó parámetros para la fabricación del adobe, después de la elaboración de la mezcla, se dejó reposar por un lapso de 24 horas, para comenzar el vaciado, se uniformizó la referida mezcla, con el uso de una palana se batió y se apisonó con los pies, una vez lista la mezcla para su vaciado se colocó los moldes en una superficie de soporte, luego de vaciar la mezcla en el molde, inmediatamente se retiró el molde del adobe, el tiempo estimado de acuerdo al jefe de la obra es de 1 día y medio aproximadamente. En este caso, la prueba de resistencia se realizó empíricamente colocando dos adobes como soporte y uno encima de los dos como puente para después pisar con los dos pies encima del adobe, y ya luego de que pasó dicha prueba, se determinó el comportamiento físico y mecánico del adobe lo cual se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 6

Comportamiento físico y mecánico del adobe.

CARACTERISTICA	COMPONENTE
De acuerdo al jefe de la obra, la tierra para fabricar adobes se trae de una cantera localizada en el mismo distrito.	COMPRA DE TIERRA
La compra se ejecuta por volquetadas, donde 1 volquetada equivale a 6 m ³ de tierra.	
Una vez conseguida la tierra arcillosa adecuada para la fabricación de adobes, se preparó la mezcla añadiéndole 2 litros de agua, ½ kg de grama, 3 kg de arena, 1 kilo de limo	PREPARACIÓN DE MEZCLA

y 1 kilo de arcilla, seguidamente apisonando la mezcla para hacerla más trabajable.

Después de la preparación de la mezcla, se dejó reposar por un lapso de 24 horas para que de esa forma, la mezcla se vuelva mucho más trabajable y sea oportuna para su utilización.

Una vez lista la mezcla para su vaciado se coloca las gaveras sobre una superficie de soporte, antes del vaciado de la mezcla la gavera se sometió a un rociado con arena fina por todas sus paredes para posibilitar así el fácil desprendimiento de la mezcla. Las dimensiones de las gaveras son de 25 cm x 13cm x 10 cm de alto.

Para comenzar el vaciado se uniformiza dicha mezcla, con el uso de una palana se bate y se apisona con los pies para hacerla más trabajable, después de esto se extrae una parte y se coloca en la gavera llenándola por completo, luego, con una madera o regla se enraza en la superficie quitar mezcla excedente.

Después de vaciar la mezcla en la gavera, inmediatamente se tiende a retirar la gavera del adobe colocando el bloque sobre un campo abierto de arena fina dejándola expuesta en contacto directo con el sol.

El tiempo estimado de acuerdo al encargado de obra es de 1 día y medio aproximadamente, luego de ese tiempo el adobe ya estará listo para su empleo en la edificación de viviendas.

En este caso la prueba de resistencia ejecutada se hace empíricamente colocando dos adobes como soporte y uno encima de los dos como puente para después pisar con los dos pies sobre el adobe, las consideraciones que se tiene en cuenta es que si el adobe no se quiebra es porque es adecuado para su utilización en la construcción, pero si se rompe es porque tiene una resistencia muy baja y en consecuencia no será utilizado.

Fuente: Elaboración propia.

Diseño de la mezcla

Contenido de materiales por unidad de adobe sin considerar el poliestireno ni el mucílago de penca de maguey

Según la Norma (E.080, p.5), la cantidad de cada material se obtuvo al instante de fabricar el adobe, determinándose así que se requiere 5 kg. de mezcla para fabricar 1 adobe.

Tabla 7

Materiales por unidad de adobe.

Suelo			Paja (kg)	Agua (lts)
Arena (kg)	Arcilla (kg)	Limo (kg)		
3	1	1	½	2
40 %	13.33%	13.33%	6.66%	26.66%

Fuente: Datos hallados en el estudio.

Descripción: De la Tabla 10 se aprecia las dosificaciones en Kilogramos de cada material a utilizarse en la fabricación de 1 solo adobe, siendo la cantidad 3 Kg de arena, 1Kg de Arcilla, 1kg de Limo, 2Lts de agua y se interpreta que para la producción

de 1 solo adobe, se requerirá la dosificación presentada previamente y con esa muestra se puede tomar de partida para hallar el número de adobes que se quiera fabricar.

Adición de poliestireno expandido por unidad de adobe con respecto al volumen del bloque.

Volumen Total de Adobe: $13 \text{ cm} \times 25 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} = 3250 \text{ cm}^3$

Volumen de esfera: $\frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} (3.1416) (1)^3 = 4.18 \text{ cm}^3$

Entonces desarrollamos la regla de tres simples para hallar la cantidad de poliestireno expandido

3250 ----- 100% $130 / 4.18 = 31.10 = \mathbf{31 \text{ unidades}}$

X ----- 4%

X = 130 cm³

Convirtiéndola a gramos sería:

4% ----- → 300 gr

3250 ----- 100% $162.50 / 4.18 = 38.88 = \mathbf{39 \text{ unidades}}$

X ----- 5%

X = 162.50 cm³

Convirtiéndola a gramos sería:

5% ----- → 375 gr

3250 ----- 100% $195 / 4.18 = 46.65 = \mathbf{47 \text{ unidades}}$

X ----- 6%

X = 195 cm³

Convirtiéndola a gramos sería:

4% ----- → 450 gr

Tabla 8*Unidades de Poliestireno Expandido.*

Poliestireno expandido (%)	Unidades de esferas (Und)
4%	31
5%	39
6%	47

Fuente: Datos hallados en el estudio.

Descripción: De la tabla 11, se observa que la añadidura de Poliestireno Expandido de 2 cm de diámetro a la mezcla cuando es de 4% se añadirán 31 unidades de esferas; cuando es de 5% se añadirán 39 unidades de esferas y cuando es de 6% se añadirán 47 unidades de esferas, de ello se interpreta la adición de esferas de poliestireno expandido para cada unidad de adobe. La cantidad fue precisada a través del volumen del bloque de adobe, tomando en cuenta su volumen el 100%. Luego precisando el volumen de las esferas de poliestireno expandido de 2 cm de diámetro. Por último, se calculó la cantidad de unidades de Poliestireno expandido que se utilizará para cada porcentaje.

Adición de mucílago por unidad de adobe con respecto al volumen del bloque.

Según la Norma (E.080, p.5), la cantidad de cada material se obtuvo al instante de fabricar el adobe, determinándose así que para 1 adobe se requiere 5Kg de mezcla, de las cuales se necesitara dos litros de agua para cada bloque de adobe por lo tanto este proyecto tiene como objetivo específico sustituir al 100 % el porcentaje del agua por mucílago de penca de maguey.

Tabla 9*Cantidad de Mucílago de Penca de maguey.*

Mucílago de penca de Maguey (%)	Cantidad de mucílago (Lts)
100%	2

Fuente: Datos hallados en el estudio.

Descripción: De la tabla 12, se observa que la adición de mucílago de penca de maguey a la mezcla cuando es sustituido al 100% por el agua es de 2 litros lo cual equivale al 26.66 % en respecto al volumen del adobe; se interpreta que la adición de mucílago de penca de maguey para cada unidad de adobe, la cantidad fue precisada a través del volumen del bloque de adobe, tomando en cuenta su volumen el 100%. Luego precisando el volumen del mucílago de penca de maguey. Por último, se calculó la cantidad de litros de mucílago que se utilizará para cada porcentaje.

Adición de tierra por unidad de adobe con respecto al volumen del bloque.

Total, de kg de Adobe: $13 \text{ cm} \times 25 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} = 3250 \text{ cm}^3 = 7.5 \text{ kg}$ en total

Según la norma E0.80: Arena 40 %, Arcilla 13.33%, Limo 13.33 % = 66.66%

Entonces desarrollamos la regla de tres simples para hallar la cantidad de tierra requerido.

Añadiendo poliestireno al 4%:

$$\begin{array}{r} 7.5 \text{ kg} \text{ ----- } 100\% \\ X \text{ ----- } 62.66\% \end{array} \qquad 66.66\% - 4\% = 62.66\%$$

Total de tierra = **4.700 kg**

Añadiendo poliestireno al 5%:

$$\begin{array}{r} 7.5 \text{ kg} \text{ ----- } 100\% \\ X \text{ ----- } 61.66\% \end{array} \qquad 66.66\% - 5\% = 61.66\%$$

Total de tierra = **4.625 kg**

Añadiendo poliestireno al 6%:

$$\begin{array}{r} 7.5 \text{ kg} \text{ ----- } 100\% \\ X \text{ ----- } 60.66\% \end{array} \qquad 66.66\% - 6\% = 60.66\%$$

Total, de tierra = **4.550 kg**

Tabla 10*Cantidad de tierra requerido.*

Para la adición de Poliestireno expandido (%)	Cantidad requerida (Kg)
4%	4.700
5%	4.625
6%	4.550

Fuente: Datos hallados en el estudio.

Descripción: De la tabla 13, se observa que la adición de tierra a la mezcla cuando es de 4% se agregaran 4.7 kg; cuando es de 5% se agregarán 4.625 kg y cuando es de 6% se agregarán 4.550 kg de ellos se interpreta que la adición de tierra para cada unidad de adobe. La cantidad fue precisada a través del volumen del bloque de adobe, teniendo en cuenta su volumen el 100%. Luego se precisó el porcentaje del volumen de la tierra y restándole el porcentaje del volumen de las esferas de poliestireno expandido de 2 cm de diámetro. Por último, se calculó la cantidad de kg de tierra que se utilizará para cada porcentaje.

Adición de paja por unidad de adobe con respecto al volumen del bloque.

En la adición de paja se consideró el mismo porcentaje que se indica en la norma E0.80. y para este proyecto se considera la misma cantidad para cada porcentaje lo cual se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 11*Cantidad de paja requerido.*

Para la adición de Poliestireno expandido (%)	Cantidad de paja requerida (Kg)
4%	0.5
5%	0.5
6%	0.5

Fuente: Datos hallados en el estudio.

Descripción: De la tabla 14, se observa que la añadidura de paja a la mezcla cuando es de 4% se agregaran 0.5 kg; cuando es de 5% se agregarán 0.5 kg y cuando es de 6% se agregarán 0.5 kg de ellos se interpreta que la adición de tierra para cada unidad de adobe. La cantidad fue precisada a través del volumen del bloque de adobe, teniendo en cuenta su volumen el 100%. Luego se precisó el porcentaje del volumen de paja. Po último, se calculó la cantidad de kg de paja que se utilizará para cada porcentaje.

Diseño de mezcla para la elaboración de los adobes.

Tabla 12

Diseño de mezcla para la elaboración de los adobes con 4% de Poliestireno.

POLIESTIRENO AL 4%		
PARA 01 ADOBE		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UND
TIERRA	6000	gr.
AGUA	0	gr.
MUCÍLAGO	1690	gr.
PAJA	200	gr.
POLIESTILENO	30	UND

Fuente: Datos hallados en el estudio.

Tabla 13*Diseño de mezcla para la elaboración de los adobes con 5% de Poliestireno.*

POLIESTIRENO AL 4%		
PARA 01 ADOBE		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UND
TIERRA	6000	gr.
AGUA	0	gr.
MUCÍLAGO	1690	gr.
PAJA	200	gr.
POLIESTILENO	30	UND

Fuente: Datos hallados en el estudio.**Tabla 14***Diseño de mezcla para la elaboración de los adobes con 6% de Poliestireno*

POLIESTIRENO AL 4%		
PARA 01 ADOBE		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UND
TIERRA	6000	gr.
AGUA	0	gr.
MUCÍLAGO	1690	gr.
PAJA	200	gr.
POLIESTILENO	30	UND

Fuente: Datos hallados en el estudio.

Cuantificación total de los materiales.

Tabla 15

Cuantificación de los adobes.

Ensayo	Patrón	Con 4%	Con 5%	Con 6%	cantidad
Compresión simple	4	4	4	4	16
Conductividad térmica	4	4	4	4	16
Absorción	4	4	4	4	16
Total					48

Fuente: Datos hallados en el estudio.

Para una adición de poliestireno de 4 %

Tabla 16

Para una adición de poliestireno de 4 %.

Ensayos	Tierra (kg)	Paja (kg)	Agua (Lts)	Mucílago (Lts)	Poliestireno (kg)
Adobe patrón x 4	20 kg	2 kg	8 Lts	0.00	0.00
Compresión simple x 4	18.8 kg	2 kg	0.00	8 Lts	1.2 kg
Conductividad térmica x 4	18.8 kg	2 kg	0.00	8 Lts	1.2 kg
Absorción x4	18.8 kg	2 kg	0.00	8 Lts	1.2 kg
TOTAL	76.4 kg	8 kg	8 Lts	24 Lts	3.6 kg

Fuente: Datos hallados en el estudio.

Para una adición de poliestireno de 5 %

Tabla 17

Para una adición de poliestireno de 5 %.

Ensayos	Tierra (kg)	Paja (kg)	Agua (Lts)	Mucílago (Lts)	Poliestireno (kg)
Adobe patrón x 4	20 kg	2 kg	8 Lts	0.00	0.00
Compresión simple x 4	18.5 kg	2 kg	0.00	8 Lts	1.5 kg
Conductividad térmica x 4	18.5 kg	2 kg	0.00	8 Lts	1.5 kg
Absorción x4	18.5 kg	2 kg	0.00	8 Lts	1.5 kg
TOTAL	75.5 kg	8 kg	8 Lts	24 Lts	4.5 kg

Fuente: Datos hallados en el estudio.

Para una adición de poliestireno de 6 %

Tabla 18

Para una adición de poliestireno de 6 %.

Ensayos	Tierra (kg)	Paja (kg)	Agua (Lts)	Mucílago (Lts)	Poliestireno (kg)
Adobe patrón x 4	20 kg	2 kg	8 Lts	0.00	0.00
Compresión simple x 4	18.2 kg	2 kg	0.00	8 Lts	1.8 kg
Conductividad térmica x 4	18.2 kg	2 kg	0.00	8 Lts	1.8 kg
Absorción x4	18.2 kg	2 kg	0.00	8 Lts	1.8 kg
TOTAL	74.6 kg	8 kg	8 Lts	24 Lts	5.4 kg

Fuente: Datos hallados en el estudio.

Cuantificación total de la cantidad de materiales

Tabla 19

Cuantificación total de la cantidad de materiales.

Descripción	4%	5%	6%	total	Desperdicio	Total, a comprar
Tierra	76.4 kg	75.5 kg	74.6 kg	226.50 kg	6.795 kg	233 kg
Agua	8 Lts	8 Lts	8 Lts	24 lts	0.72 lts	25 lts
Mucílago	24 Lts	24 Lts	24 Lts	72 lts	2.16 lts	74. lts
Paja	8 kg	8 kg	8 kg	24 kg	0.72 kg	25 kg
Poliestileno	3.6 kg	4.5 kg	5.4 kg	13.5 kg	0.405 kg	14 kg

Fuente: Datos hallados en el estudio.

Resultados de los ensayos para clasificación del suelo.

Análisis Granulométrico.

Partiendo de los ensayos que se realizaron en el estudio se ha logrado analizar cada una de las propiedades del suelo a mejorar, donde se ejecutó el ensayo de Análisis granulometría ASTM 422, la muestra fue extraída a cielo abierto en el C.P. de Machcash del distrito de Chavín de Huántar, para corroborar si el suelo puede ser usado para la fabricación de adobes, después se determinó que el suelo brinda las propiedades oportunas para el uso a fin de fabricar adobe, lo cual se necesitará en la dosificación.

Del ensayo de granulometría se obtuvo:

Porcentaje que pasa la malla N° 4 = 91.7%

Más del 12% pasa la malla N° 200 = 27.7%

Entonces, se puede afirmar que el suelo es el indicado para la fabricación de adobes, pues de acuerdo a la norma E.080, la gradación del suelo debe aproximarse a: arena 55-70%, limo 15-15% y arcilla 10-20%, y no deberá utilizarse suelos orgánicos, y para poder clasificarlo, de acuerdo al gráfico del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, contando con que menos del 50% pasa la malla N° 200 suelo grueso y con los datos de Límite Líquido e Índice de Plasticidad, se lleva estos valores a la Carta de

Plasticidad, en la cual los valores se ubican encima de la Línea A y asimismo su Índice de Plasticidad es mayor que 7, por lo que su clasificación se considera como:

De acuerdo a la clasificación SUCS es un **SC: Arena Componente Arcilloso**

Tabla 20

Clasificación SUCS es un SC: Arena Componente Arcilloso.

Tamiz	Aashto t- 27	peso retenido	Porcentaje retenido	Retenido acumulado	Porcentaje % que pasa
1/2"	12.700	24.0	1.1	1.1	98.9
3/8"	9.525	46.5	2.1	3.2	96.8
1/4"	6.325	66.0	3.0	6.3	93.7
#4	4.760	44.0	2.0	8.3	91.7
#10	2.000	181.0	8.3	16.7	83.3
#16	1.190	149.0	6.9	23.5	76.5
#20	0.840	92.5	4.3	27.8	72.2
#30	0.600	121.5	5.6	33.4	66.6
#40	0.420	208.0	9.6	43.0	57.0
#50	0.300	53.5	2.5	45.4	54.6
#60	0.177	93.5	4.3	49.8	50.2
#100	0.150	221.5	10.2	60.0	40.0
#200	0.075	267.5	12.3	72.3	27.7
< N° 200	FONDO	601.0	27.7	100	
FRACCIÓN		1,989.0			
TOTAL		2,169.5			

Fuente: Datos hallados en el estudio.

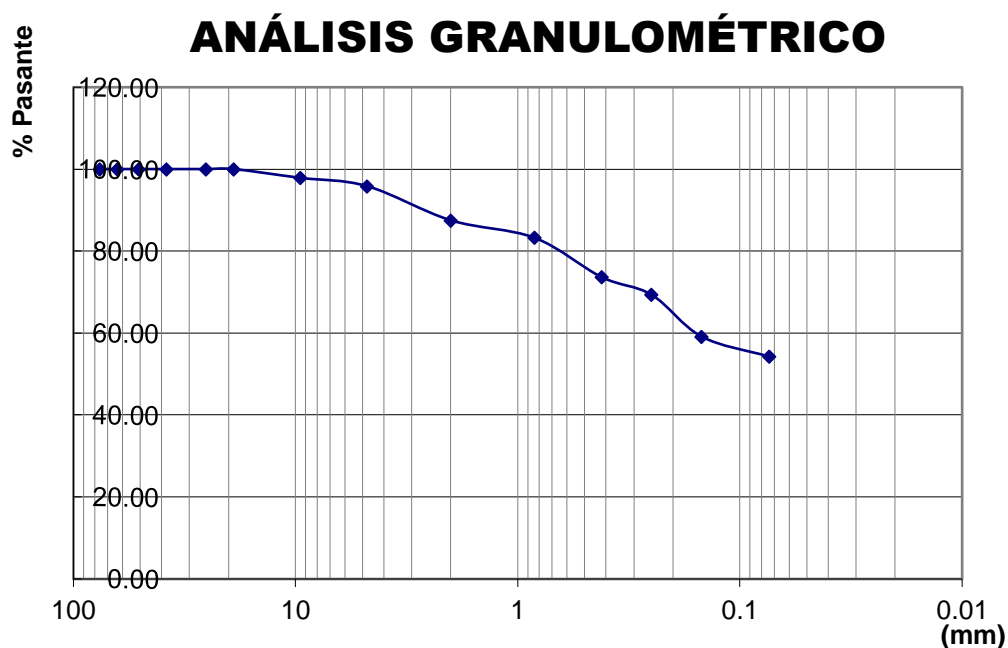


Figura 1. Curva de distribución granulométrica.

Fuente: Datos hallados en el estudio.

Contenido de humedad.

Descripción: En esta distribución se destacan los porcentajes respectivos de cada muestra, para esta evaluación se tomaron 3 muestras, las cuales serán analizadas cada una para luego precisar un porcentaje promedio total de contenido de humedad del suelo, de lo cual se observa que para la muestra 1 se obtuvo un valor total de 34.71% de contenido de humedad; en la muestra 2 se obtuvo un valor total de 33.55% de contenido de humedad y en la muestra 3 se observa un valor total de 31.94% de contenido de humedad. Con los porcentajes obtenidos de determina un promedio total de 33.4% de contenido de humedad de la muestra analizada.

Interpretación: De los resultados obtenidos se puede destacar que, en las 3 muestras analizadas, la muestra número 1 representa mayor humedad que las muestras 02 y 03, promediando estas 3 muestras se obtiene el 33.4% de humedad, lo cual indica que el suelo contiene muy bajo porcentaje de humedad.

Tabla 21

Porcentaje de contenido de humedad.

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Nº DE TARRO	23	24	34
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	56.68	57.52	58.18
PESO TARRO + SUELO SECO	48.86	49.8	50.53
PESO DE AGUA	7.82	7.72	7.65
PESO DE TARRO	26.33	26.79	26.58
PESO DE SUELO SECO	22.53	23.01	23.95
CONTENIDO DE HUMEDAD	34.71	33.55	31.94
NUMERO DE GOLPES	18	27	35
Contenido de Humedad	34.71	33.55	31.94

Fuente: Datos hallados en el estudio.

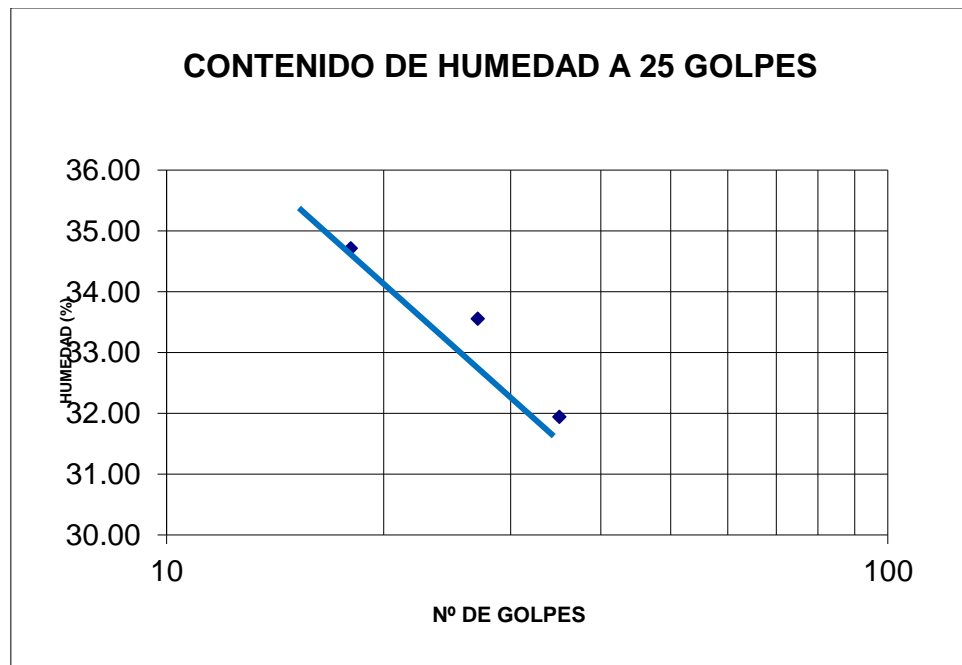


Figura 2. *Curva de la humedad a 25 golpes.*

Fuente: Datos hallados en el estudio.

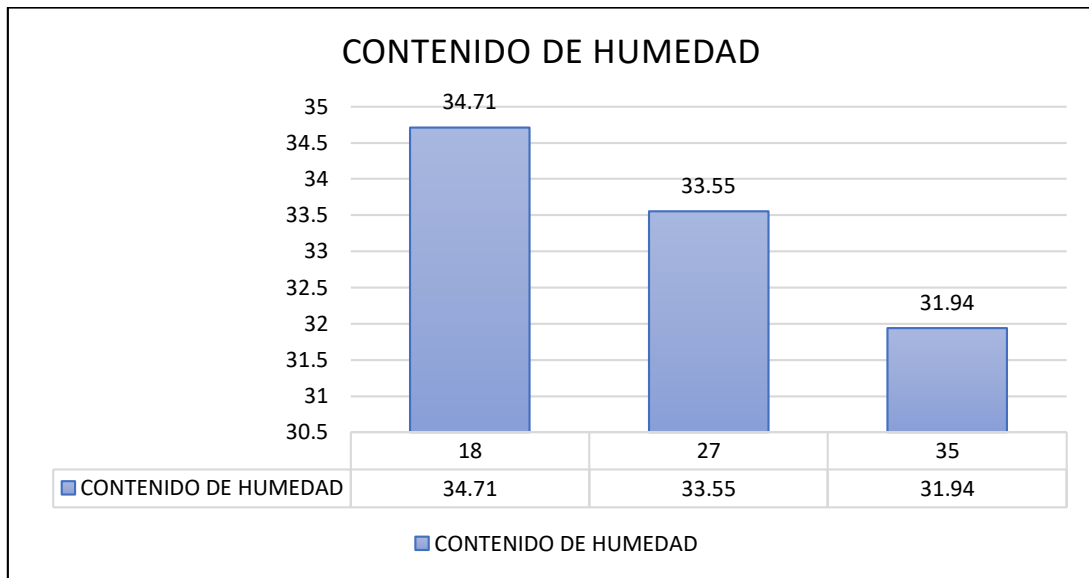


Figura 3. *Contenido de Humedad.*

Fuente: Datos hallados en el estudio.

Límites de Atterberg.

Límite líquido.

Del ensayo de laboratorio para determinar el límite líquido se obtuvo:

Límite Líquido = 33.67%

Límite plástico.

Límite plástico = 18.03%

Índice de plasticidad.

Índice de plasticidad = 15.64%

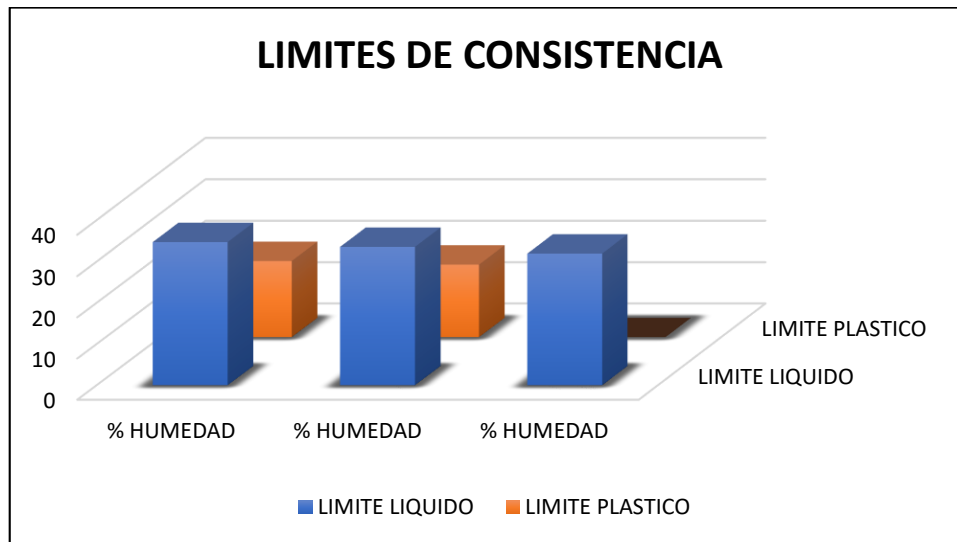


Figura 4. Límites de consistencia.

Fuente: Datos hallados en el estudio.

Tabla 22

Constantes físicas de la muestra.

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
Limite liquido	33.67
Limite plástico	18.03
Índice de plasticidad	15.64

Fuente: Datos hallados en el estudio.

Descripción: De la Tabla 25, se observa el resultado del Índice Plástico que se obtuvo de la diferencia entre el Limite Liquido (LL) que representa el 33.67% y el Limite Plástico (LP) que representa el 18.03%, lo cual da un resultado de 15.64% de índice de Plasticidad.

Terminación del ensayo de absorción.

Tabla 23

Datos de ensayo de absorción.

Ensayo de absorción										
MUESTRA #01										
Poliestireno	Muestra	Promedio de dimensiones			Especimen Seco (gr)	Especimen saturado (gr)	Horas sumergidas	Absorción	% promedio	
		Largo (cm)	Alto (cm)	Ancho (cm)						
Patron	1	25	10	13	5245.05	-	0	NO RESISTE	0	
	2	25	10	13	5360.6	-	0	NO RESISTE		
	3	25	10	13	5423	-	0	NO RESISTE		
	4	25	10	13	5762.04	-	0	NO RESISTE		
4%	1	25	10	13	5054.12	-	0	NO RESISTE	0	
	2	25	10	13	5064.06	-	0	NO RESISTE		
	3	25	10	13	5021.06	-	0	NO RESISTE		
	4	25	10	13	5082.06	-	0	NO RESISTE		
5%	1	25	10	13	4970.2	5373.2	24 h	8.11	8.07%	
	2	25	10	13	4955.1	5367.1	24 h	8.31		
	3	25	10	13	4885.9	5269.9	24 h	7.86		
	4	25	10	13	5055	5460	24 h	8.01		
6%	1	25	10	13	4800	5086	24 h	5.96	5.28%	
	2	25	10	13	4895	5149	24 h	5.19		
	3	25	10	13	4810.3	5009.3	24 h	4.14		
	4	25	10	13	4735.5	5011.5	24 h	5.83		

Fuente: Datos hallados en el estudio

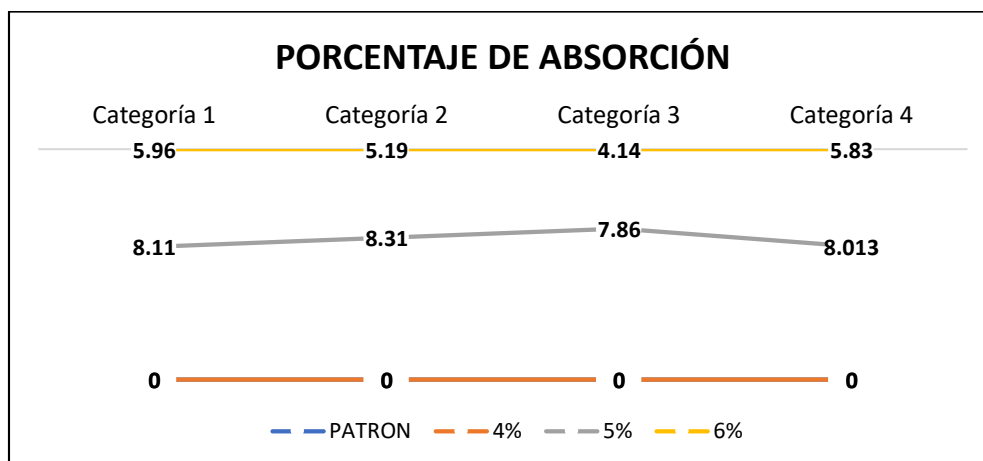


Figura 5. *Tendencia lineal del porcentaje de absorción.*

Fuente: Datos hallados en el estudio.

Podemos observar que el adobe patrón y el adobe que presenta porcentaje de 4%, no se pudieron evaluar en tanto que los adobes con los porcentajes de 5% y 6% tienen resultados en este ensayo.

Observación:

El adobe con el 0% de mucílago cuando fue introducido a las tinajas de evaluación para este ensayo, se desintegraron casi de inmediato; en tanto que los adobes del 5 % y 6 % tuvieron una duración de 25 horas y 27 horas respectivamente para una desintegración parcial.

Determinación de la resistencia a la compresión.

Adobe patrón:

Tabla 24

Adobe patrón de los 4 especímenes.

N°	TESTIGO	PROGRESIVA	SLUMP	FECHA		EDAD	FC
	ELEMENTO	KM.	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2
	ADOBE						
1	PATRON	-	-	18/08/2020	15/08/2020	28	12.18
	ADOBE						
2	PATRON	-	-	18/08/2020	15/08/2020	28	12.31
	ADOBE						
3	PATRON	-	-	18/08/2020	15/08/2020	28	12.06
	ADOBE						
4	PATRON	-	-	18/08/2020	15/08/2020	28	12.39
PROMEDIO							12.24

Fuente: Datos hallados en el estudio.

Descripción: En la Tabla 27, se observa un promedio de Resistencia a la compresión de los 4 especímenes de adobe patrón dando como resultado 12.24 Kg/cm2.

Interpretación: De acuerdo a la Norma E.080., la resistencia a la compresión mínima en la unidad de adobe será de 12 Kg/cm2, en vista al resultado obtenido de resistencia a la compresión del adobe Patrón es 12.24 Kg/cm2, en consecuencia, es aceptable.

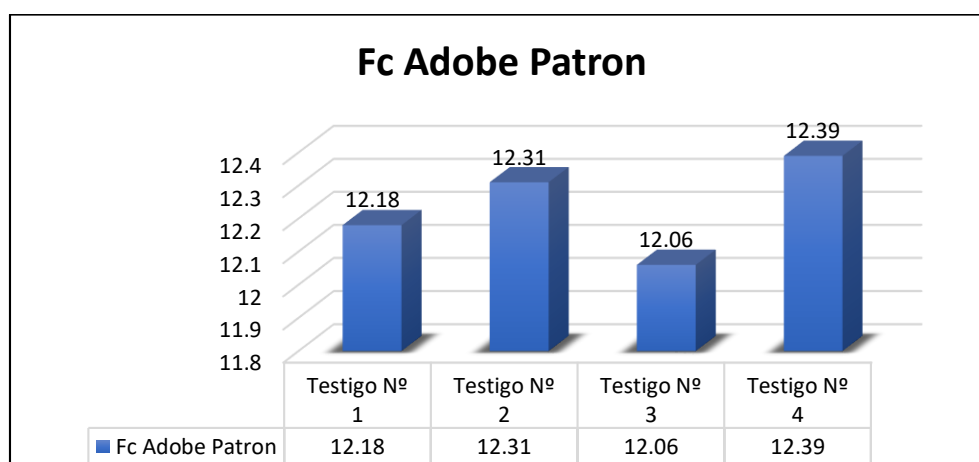


Figura 6. *FC Adobe Patrón.*

Fuente: Datos hallados en el estudio.

En este gráfico la resistencia a la compresión a los 28 días del adobe patrón no presenta dispersión desfavorable ya que se encuentra dentro del rango de aceptación.

Adobe experimental con 4%:

Tabla 25

Datos adobe experimental con 4% de poliestireno.

N°	TESTIGO	PROGRESIVA	SLUMP	FECHA		EDAD	FC
	ELEMENTO	KM.	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm ²
1	ADOBE 4 %	-	-	18/08/2020	15/08/2020	28	20.15
2	ADOBE 4%	-	-	18/08/2020	15/08/2020	28	22.14
3	ADOBE 4%	-	-	18/08/2020	15/08/2020	28	21.34
4	ADOBE 4%	-	-	18/08/2020	15/08/2020	28	22.54
PROMEDIO							21.54

Fuente: Datos hallados en el estudio.

Descripción: En la Tabla 28, se observa un promedio de Resistencia a la compresión de los 4 especímenes dando como resultado 21.54 Kg/cm².

Interpretación: De acuerdo a la Norma E.080 La resistencia a la compresión mínima en la unidad de adobe será de 12 Kg/cm², en vista al resultado obtenido de

resistencia a la compresión del adobe con 4% de poliestireno es de 21.54 Kg/cm² por lo tanto es aceptable.

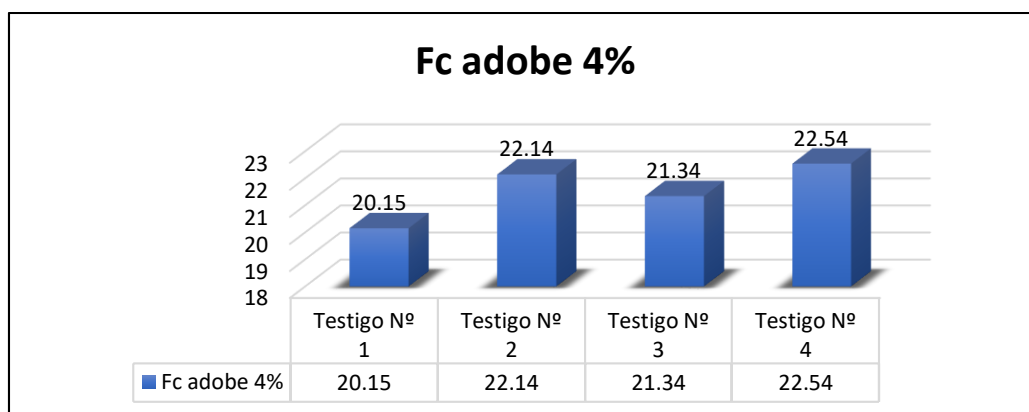


Figura 7. Resistencia a la compresión del adobe con 4% de poliestireno.

Fuente: Datos hallados en el estudio.

En esta figura se aprecia que la resistencia a la compresión a los 28 días del mortero patrón no presenta dispersión desfavorable ya que se encuentra dentro del rango de aceptación.

Adobe experimental con 5%:

Tabla 26

Datos adobe experimental con 5% de poliestireno.

N°	TESTIGO	PROGRESIVA	SLUMP	FECHA		EDAD	FC
	ELEMENTO	KM.	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm ²
1	ADOBE 5 %	-	-	18/08/2020	15/08/2020	28	25.80
2	ADOBE 5%	-	-	18/08/2020	15/08/2020	28	26.10
3	ADOBE 5%	-	-	18/08/2020	15/08/2020	28	25.90
4	ADOBE 5%	-	-	18/08/2020	15/08/2020	28	26.50
PROMEDIO							26.08

Fuente: Datos hallados en el estudio.

Descripción: En la Tabla 29, se observa un promedio de Resistencia a la compresión de los 4 especímenes dando como resultado 26.08 Kg/cm².

Interpretación: De acuerdo a la Norma E.080 La resistencia a la compresión mínima en la unidad de adobe será de 12 Kg/cm², en vista al resultado obtenido de

resistencia a la compresión del adobe con 5 % de poliestireno es de 26.08 Kg/cm² por lo tanto es aceptable.

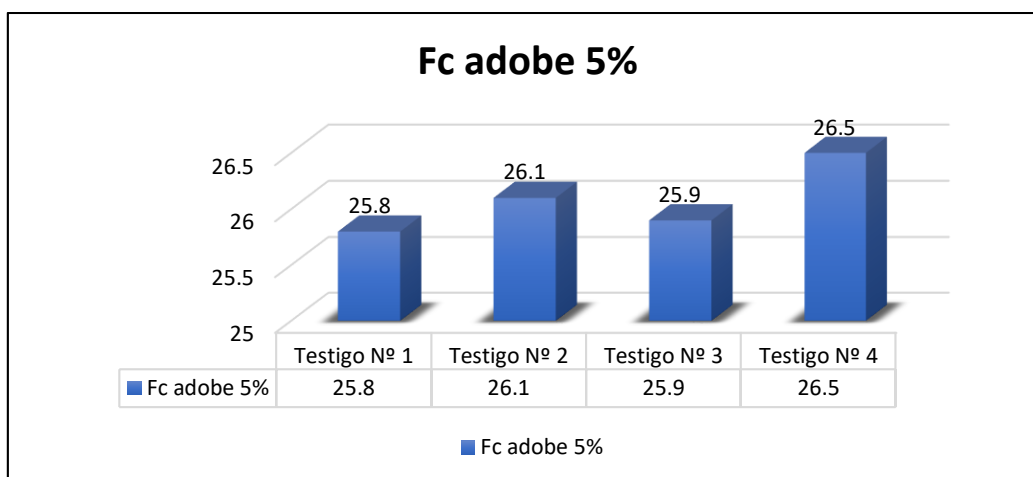


Figura 8. Resistencia a la compresión del adobe con 5% de poliestireno.

Fuente: Datos hallados en el estudio.

En este gráfico la resistencia a la compresión a los 28 días del mortero patrón no presenta dispersión desfavorable ya que se encuentra dentro del rango de aceptación.

Adobe experimental con 6%:

Tabla 27

Datos adobe experimental con 6% de poliestireno.

Nº	TESTIGO	PROGRESIVA	SLUMP	FECHA		EDAD	FC
	ELEMENTO	KM.	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm ²
1	ADOBE 6 %	-	-	18/08/2020	15/08/2020	28	29.80
2	ADOBE 6%	-	-	18/08/2020	15/08/2020	28	30.10
3	ADOBE 6%	-	-	18/08/2020	15/08/2020	28	28.90
4	ADOBE 6%	-	-	18/08/2020	15/08/2020	28	28.10
PROMEDIO							29.23

Fuente: Datos hallados en el estudio.

Descripción: En la Tabla 30, se observa un promedio de Resistencia a la compresión de los 4 especímenes dando como resultado 29.23 Kg/cm².

Interpretación: De acuerdo a la Norma E.080., la resistencia a la compresión mínima en la unidad de adobe será de 12 Kg/cm², en vista al resultado obtenido de resistencia a la compresión del adobe con 6% de poliestireno es de 29.23 Kg/cm² por lo tanto es aceptable.

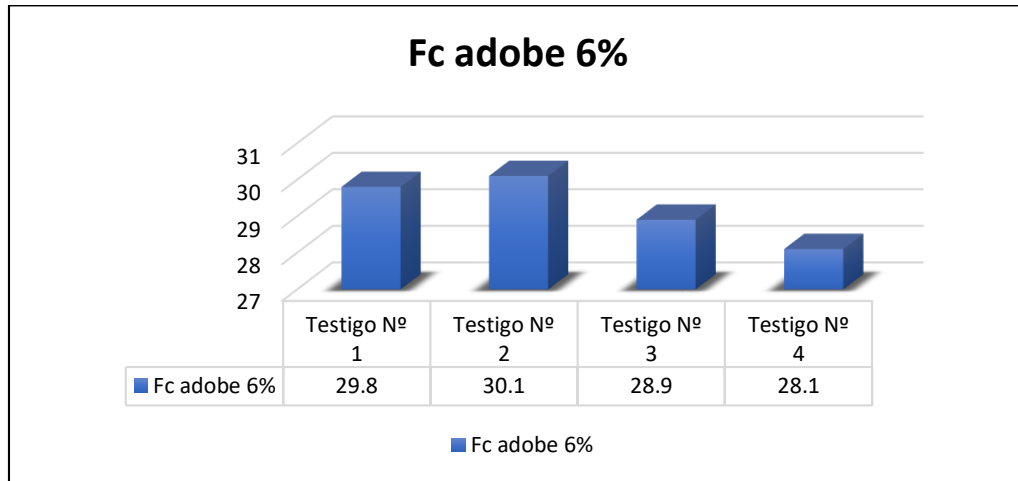


Figura 9. Resistencia a la compresión del adobe con 6% de poliestireno.

Fuente: Datos hallados en el estudio.

En este gráfico la resistencia a la compresión a los 28 días del mortero patrón no presenta dispersión desfavorable ya que se encuentra dentro del rango de aceptación.

Resumen de las Resistencias Promedio a la Compresión de Especímenes

Patrón y Experimental:

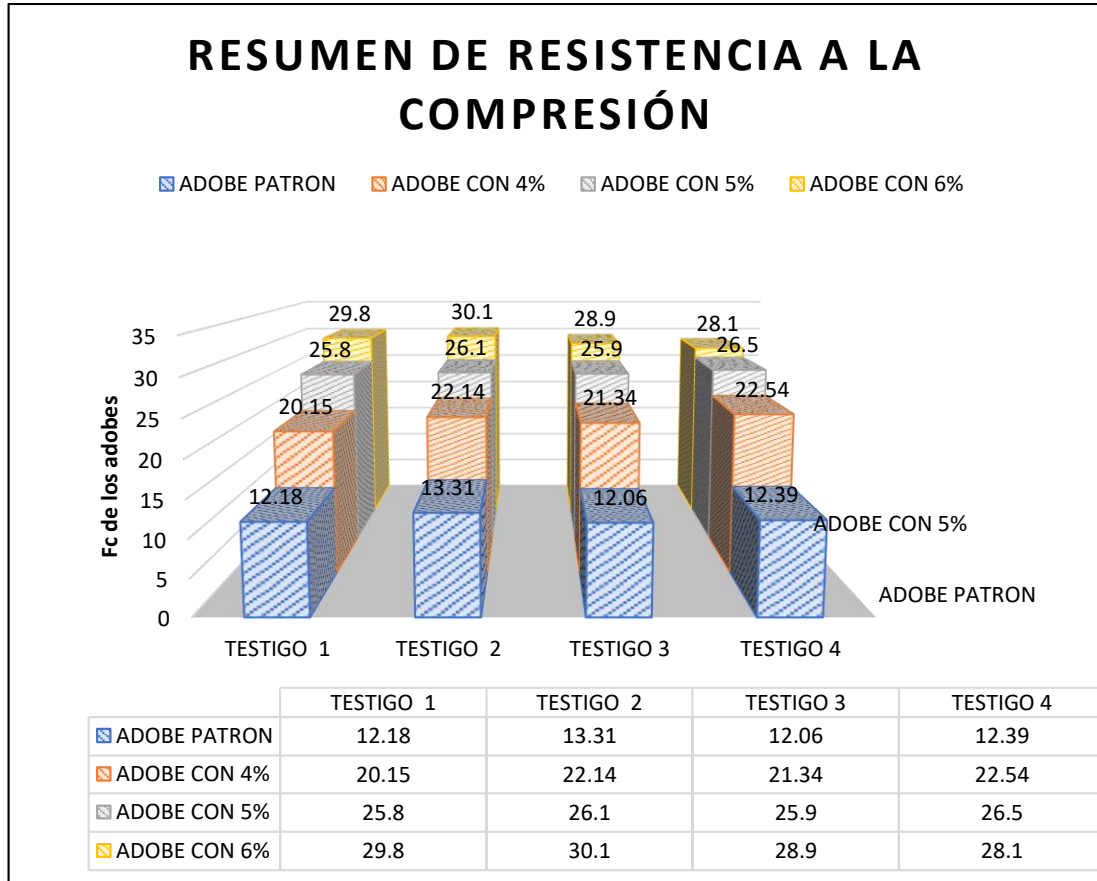


Figura 10. Resumen de la resistencia a la compresion del adobe.

Fuente: Datos hallados en el estudio.

Tabla 28

Resistencia promedio del adobe.

Resistencia Promedio (kg/cm2)				
Edad	A.Patrón	A. con 4%	A. con 5%	A. con 6%
28 días	12.24	21.54	26.08	29.23

Fuente: Datos hallados en el estudio.

En este ensayo se observa que la tendencia de las barras va ascendentemente, esto refleja la mejora significativa que aporta el mucílago de penca de maguey y la

adición porcentual de poliestireno, se resume en que, a mayor porcentaje de adición, mayor resistencia a compresión se obtiene.

Determinación de conductividad térmica

Tabla 29

Conductividad térmica (k) reportada para materiales de construcción a temperatura ambiente.

MATERIAL	k(W/M C°)
Ladrillo Común	0,39-0,67
Concreto Aligerado	0,11-0,25
Morteros De Cemento	0,88-0,94
Ladrillos Para Exteriores	0,77
Ladrillos Para Interiores	0,56
Bloques De Arcilla	0,391
Ladrillo Macizo	0,7141

Fuente: Datos hallados en el estudio.

Tabla 30

Conductividad térmica de las muestras de adobe.

MUESTRA	k (W/mk) 1	k (W/mk) 2	k (W/mk) 3	PROMEDIO k (W/mk) 1
PATRON	0.17725315	0.17660005	0.17714871	0.17700064
EXP. 4%	0.12804601	0.12615711	0.12889764	0.12770025
EXP. 5%	0.11211779	0.11032224	0.11295224	0.11179742
EXP. 6 %	0.09562381	0.09248637	0.09539158	0.09450059

Fuente: Datos alcanzados en el estudio, laboratorio de Investigación y Ciencia – UNI

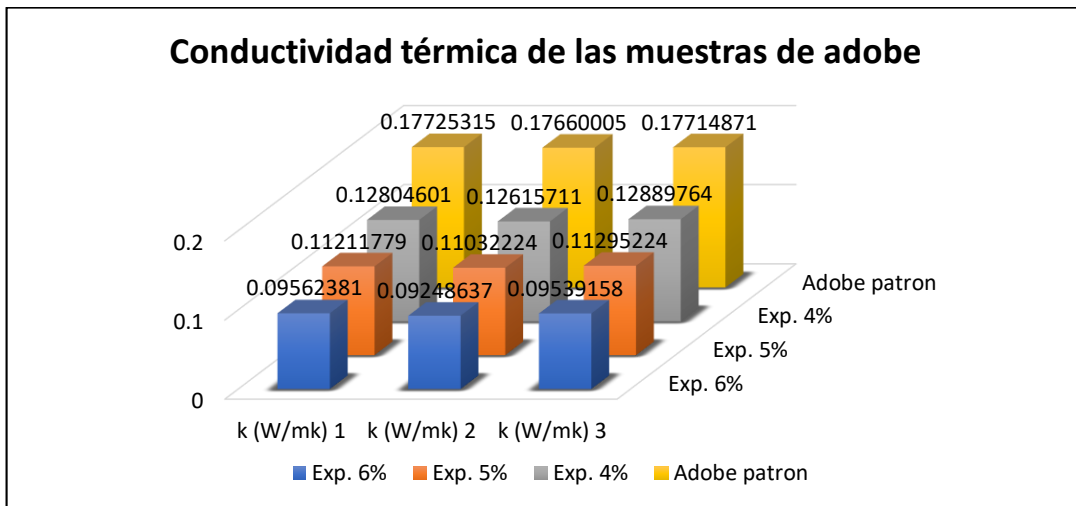


Figura 11. Conductividad térmica de las muestras de adobe.

Fuente: Datos hallados en el estudio.

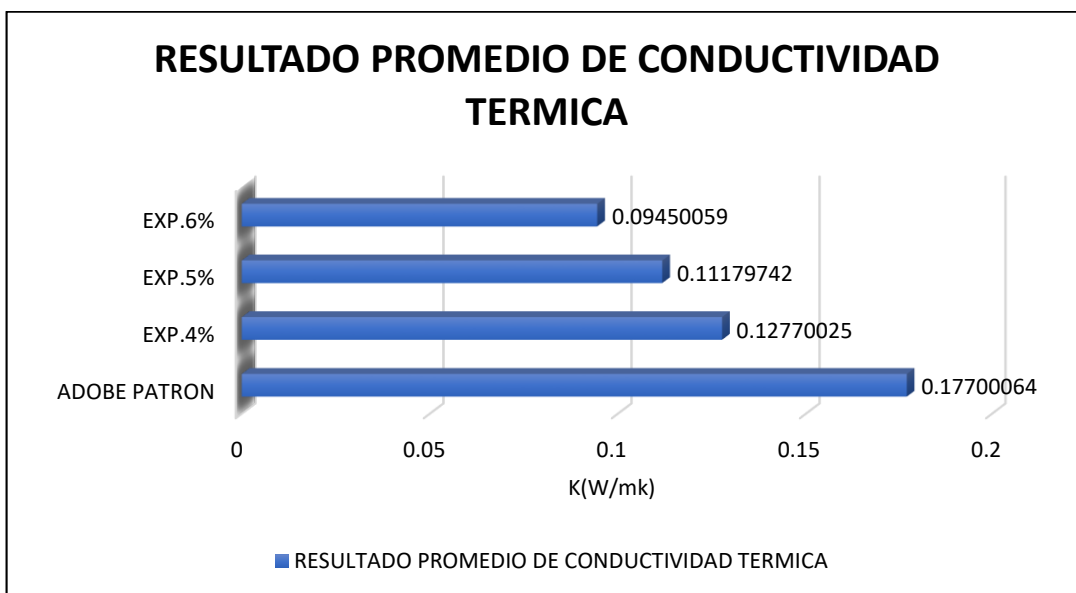


Figura 12. Resultado promedio de la conductividad térmica.

Fuente: Datos hallados en el estudio.

Los adobes experimentales superaron a los adobes patrón, se obtuvieron mejores resultados para la sustitución mayor ya que para su elaboración se utilizó grandes porcentajes de poliestireno, esto fue favorable debido a que dichos materiales cuentan con elementos que aportan propiedades como aislante por lo tanto podemos deducir que a mayor porcentaje de sustitución de poliestireno la conductividad térmica es menor y la resistencia a la compresión aumenta.

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En relación al primer objetivo que fue analizar y caracterizar los materiales para la fabricación del adobe, se seleccionó la tierra, se caracterizó y realizaron diferentes pruebas como: prueba de flexión, prueba de la botella, prueba de la resistencia seca o de la bolita, prueba del enrollado, prueba de brillo, prueba olfativa, prueba dental y prueba de color, posteriormente se hizo también la prueba de viscosidad al mucilago de penga de maguey las cuales se fueron añadiendo a la mezcla con los porcentajes establecidos en la investigación, este proceso y resultados son similares y concuerdan a los obtenidos por Quintana y Vera (2017), quienes en su investigación indicaron que escoger materiales para la elaboración de un adobe es un factor primordial, ya que no toda tierra sirve para dicho fin, sino que sus características deben aproximarse a los siguientes porcentajes: 10 – 20% de arcilla, 15 – 25% de limo y 55 – 70% de arena (Norma Técnica E 080, 2006). Dentro de ese contexto, Quintana y Vera (2017), , concluyendo que estos adobes utilizados tienen mayor resistencia a absorción, mayor resistencia a flexión y mayor resistencia a compresión, ante un adobe convencional. Finalmente, también según el Manual de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2010), se debe quitar las piedras superiores a 5 mm. y otros componentes ajenos, no debiendo utilizarse suelos orgánicos, para una correcta elaboración de adobes.

Dentro de los ensayos de laboratorio, se tiene a la granulometría de suelos por tamizado, donde se obtuvo según el análisis granulométrico ASTM 422, el 91,7% pasó por la malla N° 7, y más del 12% pasó la malla N° 200 que representa al 27,7%, entonces se puede afirmar que el suelo es el indicado para la fabricación de adobe, según lo establecido por la NT E. 080. Estos resultados son semejantes a los que obtuvieron Quintana y Vera (2017), quienes en su investigación obtuvieron que el 96,94% pasa por malla N° 8, y más el 1,49% pasa la malla N° 200. Por otro lado, se contrasta con la investigación de Paucar (2018) quien indica que después del ensayo ejecutado a través de tamices, que se dividen en 3 secciones que son arcilla o limo, arena y grava, el 76,37% pertenece al material arcilloso o limoso, el 22,32% pertenece

a material arenoso ($N^{\circ} 200 < \text{Diam} < 4$), el 1,34% ($N^{\circ} 4 < \text{Diam} < 2$) pertenece la material gravoso.

Estos resultados se respaldan teóricamente según lo indicado en la Norma E.080 (2006) y SUCS, ya que es necesario precisar si los %s de arcillas y limos (finos arcillosos) en cuanto a las arenas de los resultados de los ensayos de la presente investigación están próximos al rango fijado. En la Norma, se determina que la gradación del suelo debe contener un promedio de arena en 55 – 70%, limo 15 – 25%, arcilla 10 – 20% (estos valores pueden variar si se fabrican adobes estabilizados) en tanto que en SUCS, pueden considerarse aceptables los suelos cuyo porcentaje de finos varíe de 25 a 45% (limos, arcillas, etc. que pasan la malla $N^{\circ} 200$), y el porcentaje de arenas varíe de 55 a 75% (retenidos acumulados en la malla $N^{\circ} 200$).

Todo ello evidencia que, en todo campo de la ingeniería, la granulometría es vital al momento de clasificar materiales de construcción, pues como se sabe, cada una debe desarrollarse con el tipo pertinente, asimismo, los suelos varían su granulometría de acuerdo a su estratigrafía y es importante seleccionar el adecuado para la elaboración de adobes.

Por otra parte, en el ensayo denominado Límites de Atterberg, se obtuvo el 33,67% que representa al límite líquido, el 18,03% que representa al límite plástico, y la diferencia de estos, denominada Índice de Plasticidad el 15,64%. Estos resultados son similares a los encontrados por Nieto y Tello (2019), quienes en su investigación obtuvieron para la primera y segunda muestra un límite líquido de 36,625% y 31,186% respectivamente; asimismo, un límite plástico de 19,77% y 24,26% para cada muestra. Del mismo modo, Quintana y Vera (2017) tuvieron como resultado del ensayo del límite líquido ejecutado en el laboratorio que para 25 golpes se tiene una humedad del 16,30%, siendo este resultado el valor del LL, en relación al límite plástico obtenido de 3 muestras es el 7,01%, concluyéndose que el índice de plasticidad que obtuvo es 9,29%; esta desigualdad entre los límites líquido y plástico muestra el rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene plástico. Finalmente, Paucar (2018) en su investigación obtuvo un límite líquido del 24%, un límite plástico del 19% y un Índice de plasticidad del 5%; de este modo se asevera que con el 19% de límite plástico

el suelo es aceptable para la elaboración de adobes. Como es sabido los límites de Atterberg se usan para determinar el comportamiento de los suelos finos, sin embargo, estos comportamientos pueden variar a lo largo del tiempo.

En relación a la clasificación de suelos SUCS, se obtuvo un 72,3% de retención en el tamiz N° 200 (0,075 mm) y al realizar una simple comparación con la norma que indica que para una categoría de suelo de grano grueso debe retenerse más del 50% en el tamiz N° 200, en ese sentido, la muestra queda clasificada como de grano grueso. Del mismo modo, el 91,7% pasó por el tamiz N° 4, realizando la comparación con la norma se tiene que está clasificada dentro de la subcategoría arenas, ya que es $\geq 50\%$ de fracción gruesa que pasa el tamiz N° 4. Finalmente, se define al suelo como SC, ya que está compuesto de arena con más del 12% de finos pasantes por el tamiz N° 200.

Dentro de ese contexto, los resultados se respaldan en lo estipulado dentro del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos – SUCS (Unified Soil Classification System) que es un sistema de clasificación de suelos empleado en ingeniería y geología para describir el tamaño y la textura de las partículas de un suelo. Basado en ello y en los resultados, se evidencia una similitud con la Norma SUCS, afirmando que la muestra es aceptable para la fabricación de adobes, pues no contiene presencia de restos orgánicos.

En cuanto al segundo objetivo específico, diseñar la mezcla y seleccionar la dosificación ideal para la fabricación de adobes con adición de poliestireno en un 4%, 5% y 6%. Para cada adobe se determinó la siguiente composición: Arena (40%), Arcilla (13,33%), Limo (13,33%), Paja (6,66%) y Agua (26,66%). Para el diseño de mezcla con 4% de poliestireno se requirió 4700 gr (62,66%) de tierra, agua 0%, mucílago 2000 gr (26,66%), paja 500 gr (6,66%) y poliestireno 300 gr (4%); para el diseño de mezcla con 5% se requirió 4625 gr (61,66%) de tierra, agua 0%, mucílago 2000 gr (26,66%), paja 500 gr (6,66%) y poliestireno 375 gr (5%); y finalmente para el diseño de mezcla con 6% de poliestireno se requirió 4550 gr (60,66%) de tierra, agua 0%, mucílago 2000 gr (26,66%), paja 500 gr (6,66%) y poliestireno 450 gr (6%); dando así un diseño de mezcla apto para la fabricación de adobes con sustitución total de mucílago de penca y una adición porcentual de poliestireno. Estos resultados se

contrastan con la investigación de Paucar (2018) quien indica que para su diseño de mezcla usó 3 kg de arena, 1 kg de arcilla, 1 kg de limo, ½ kg de grama y 2 lts. de agua.

Estos resultados se respaldan teóricamente con lo estipulado por el Manual para Construcción de Viviendas de Adobe realizado por Morales, Torres, Rengifo e Irala (2000), donde se indica que para producir adobes debe estar compuesta por 25 a 45% de limos y arcilla y el resto de arena. La proporción máxima de arcilla será del 15% al 17%. En relación al dimensionamiento, dicho manual indica que la altura no debe ser mayor de 10 cm en lo posible y la longitud no debe ser mayor que el doble de su ancho más el espesor de una junta de pega, tanto la longitud como el ancho tendrán una dimensión máxima de 40 cm. La relación entre la longitud y la altura debe ser aproximadamente de 4 a 1 para permitir un traslape horizontal en proporción 2 a 1, lo cual da seguridad frente al impacto de corte generado por los movimientos sísmicos.

En relación al tercer objetivo específico, examinar la resistencia a la compresión de adobes con sustitución total del agua por mucílago de la penca de maguey y adición de un 4%, 5% y 6% de poliestireno expandido a los 28 días de curado. Se obtuvo que a los 28 días de curado el adobe patrón tuvo una resistencia a la compresión promedio de 12.24 kg/cm², con la adición del 4% se obtuvo 21,54 kg/cm², con la adición del 5% se obtuvo 26,08%, finalmente con la adición del 6% se obtuvo una resistencia a la compresión de 29,23%; evidenciándose que el mucílago de penca de maguey y la adición porcentual de poliestireno mejoran significativamente la compresión que obtiene de un adobe convención. Estos resultados son semejantes a los obtenidos por Bolaños (2016) quien en la prueba de resistencia a la compresión a los 28 días de secado obtuvo: en la muestra patrón 19,19 kg/cm², con goma de tuna al 5% 21,9% kg/cm², con goma de tuna al 10% 25,27% kg/cm² y finalmente con goma de tuna al 15% 27,56% kg/cm².

Del mismo modo, la investigación de Paucar (2018), determinó una resistencia a compresión del adobe patrón de 16,66% kg/cm², con 1% de poliestireno expandido 23,67% kg/cm², con 2% de poliestireno expandido 35,82% kg/cm², y con 3% de poliestireno expandido se obtuvo una resistencia a la compresión de 42,35% kg/cm². Finalmente, la investigación de Florez y Limpe (2019) concluyó que con la fibra de

Maguey se aumenta en general la resistencia de la mampostería de adobe tradicional obteniéndose, en cuanto a la resistencia a compresión axial en pilas, se obtuvo el valor máximo de 9.07 Kg/cm². Para el caso de la resistencia a compresión diagonal de muretes el valor máximo obtenido es de 0.55 Kg/cm². Estos valores máximos corresponden a muestras con 0.20% en peso de fibra de maguey + 0.20% en peso de paja.

Estos resultados son respaldados por lo estipulado en la Norma Técnica E.080 (2006) donde se indica que la resistencia a la compresión es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento, esta se calcula dividiendo la carga máxima por el área transversal inicial de una probeta en un ensayo de compresión. Asimismo, se indica que la resistencia de compresión mínima en la unidad de adobe patrón debe ser de 12,0 kg/cm², por lo tanto, los resultados obtenidos son aceptables. Estos resultados evidencian, que el adobe estabilizado con añadiduras de materiales como el cemento, asfalto, cal, etc. y sustancias vegetales viscosas como los mucílagos pueden fácilmente optimizar sus condiciones de compresión y estabilidad ante la presencia de humedad.

En relación al cuarto objetivo específico, evaluar el efecto de absorción de adobes con sustitución total del agua por mucílago de la penca de maguey y adición de un 4%, 5% y 6% de poliestireno expandido a los 28 días de curado. Para el ensayo de absorción se tomaron como dimensiones de adobe, 25 cm x 10 cm x 13 cm, y el resultado es que no resiste, con añadidura del 4% de poliestireno y las mismas dimensiones tampoco resiste, con añadidura del 5% de poliestireno y las mismas dimensiones se obtiene un promedio de 8,07% kg/cm², finalmente con añadidura del 6% de poliestireno y las mismas dimensiones se obtiene un promedio de 5.28% kg/cm². Estos resultados son semejantes a los obtenidos por Paucar (2018), quien dentro de las propiedades físicas evaluadas encontró que la absorción promedio del adobe patrón fue de 21,586 %, la absorción agregando 1% de EPS fue de 20,257%, con el 2% de poliestireno expandido fue de 13,803%, y finalmente con el 3% de EPS fue de 9,31%, evidenciándose que mientras aumenta el porcentaje de poliestireno

expandido (EPS) en el adobe, disminuye significativamente el porcentaje de absorción.

Dentro de ese mismo contexto, Quintana y Vera (2017) indican que en el ensayo de absorción los adobes con 75% y 100% fueron los únicos que se pudieron evaluar, ya que las demás muestras de adobes con otros porcentajes perdieron masa en la unidad de Adobe. En ese sentido, las muestras de adobes patrón y con añadidura del 25%, y 50% de tuna no presentan absorción, mientras que con añadidura de tuna al 75% se obtuvo una absorción de 8,30% y con 100% de tuna se obtuvo una absorción de 5,39%. Estos resultados son respaldados por la Norma Técnica Peruana ITINTEC 331.017 (2006), donde se indica que la absorción máxima es considerada como una medida de su impermeabilidad. Los valores indicados como máximos en dicha norma se aplican a condiciones de uso en que se requiera utilizar el adobe en contacto constante con agua o con el terreno, sin recubrimiento protector. Siguiendo esos lineamientos la absorción de unidad de albañilería no debe ser mayor a 22%, basado en ello todos los ensayos fueron aceptables y realizados dentro de la normativa. Asimismo, la Norma Técnica E. 070 (2006), indica que la prueba de Absorción tiene por finalidad conocer la capacidad de absorción de las muestras a ser ensayadas cuando consiguen un estado de saturación, es decir, se obtendrá un índice que refleje la capacidad de absorción de agua de los especímenes frente a 24 horas de inmersión en agua.

En relación al quinto objetivo específico, evaluar la conductividad térmica de adobes en un 4%, 5% y 6% de poliestireno expandido con sustitución total del agua por mucílago de la penca de maguey. La conductividad térmica de las muestras de adobe encontradas en los ensayos muestra para el adobe patrón un promedio de 0,17700064 W/mk, y para los adobes experimentales con el 4% de poliestireno se obtuvo 0,12770025 W/mk, con el 5% se obtuvo 0,11179742 W/mk y con el 6% se obtuvo 0,09450059 W/mk; evidenciándose que la sustitución del 4 % por poliestireno en relación al patrón nos da una disminución del 27,85% en su conductividad térmica, con el 5% de poliestireno nos da una disminución del 36.84% y con el 6% nos da una disminución del 46.62% lo que indica que es un buen aislante térmico, es decir, el

poliestireno expandido cuenta con una propiedad de alto valor de aislamiento térmico – acústico.

Estos resultados se contrastan con lo obtenido por Paucar (2018) quien en su investigación encontró que la conductividad térmica del adobe patrón fue de 11,36 Kwh, seguido de un aumento de temperatura de 23,12 °C, con añadidura del 1% de poliestireno expandido obtuvo 15,4 Kwh seguido de un aumento de temperatura de 23,16%, con el 2% obtuvo 15,81 Kwh seguido de un aumento de temperatura de 23,17 °C, y finalmente con el 3% se obtuvo 17,01 Kwh seguido de un aumento de temperatura de 23,18 °C. Estos resultados obtenidos de incremento de temperatura son necesarios para determinar que el adobe sufre cambios de temperatura, por lo tanto, permitirá que la temperatura interna de las viviendas incremente y brinde un mejor confort térmico, cumpliendo con la Norma UNE – ISO 7730 (2005) que se relaciona al bienestar térmico local, donde se indica que la temperatura operativa en invierno para una habitación individual de categoría B será de 22,0 +- 2,0.

V. CONCLUSIONES

En la investigación en relación al objetivo general, se elaboraron las unidades de adobes sustituyendo el agua por mucílago de penca de maguey y añadiendo poliestireno en porcentajes del 4%, 5% y 6%, los resultados de la evaluación en la conductividad térmica disminuyen en un 50%, la resistencia a la compresión aumenta en un 46.93 % y los resultados al porcentaje de absorción mejoran en tanto que se aumenta la cantidad de poliestireno un 100% ; ya que se cumple la hipótesis, la cual se refiere a la mejora de las propiedades físicas y mecánicas del adobe, se puede afirmar que es posible utilizar el diseño de mezcla del adobe con sustitución del agua y añadiendo poliestireno en 4% 5% y 6% para la fabricación de viviendas climatizadas.

En relación al primer objetivo específico, se concluye que el tipo de suelo es apto para la fabricación de adobes lo cual se logró clasificar el tipo de suelo que existe en la cantera de la localidad del Centro Poblado de Machcas , la cual se determinó utilizando el método SUCS dando un resultado de: (SC) lo cual indica que es una tierra Arena Arcillosa, a la vez según la Norma E.080 el tipo de suelo utilizado está en los parámetros establecidos por dicha norma, señalando que la gradación del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes: arena 55-70%, limo 15-25% y arcilla 10-20%, no debiendo utilizarse suelos orgánicos en el proceso de selección de tierra.

En relación al segundo objetivo específico, se logró determinar un diseño de mezcla la cual determina la dosificación exacta de los materiales a utilizarse para la fabricación de 1 (uno) adobes para viviendas climatizadas en el Centro Poblado de Machcas, en donde se concluye que la mejor dosificación de materiales para la elaboración de un adobe para la construcción de viviendas climatizadas es utilizando la sustitución total de agua por mucílago de penca con la adición de poliestireno en un 6% con respecto al volumen del adobe; dicha dosificación es de 4550 gramos de tierra, 2 litros de mucílago de penca de maguey, 500 gramos de paja y 450 gramos de poliestireno.

En relación al tercer objetivo específico, se determinó las propiedades mecánicas del adobe patrón y de los adobes experimentales en la resistencia a la compresión a 28 días dándonos los siguientes resultados : 12.24 kg/cm² promedio

(mortero patrón), 21.54 kg/cm² promedio (mortero experimental 4%), 26.08 kg/cm² promedio (mortero experimental 5%) y 29.23 kg/cm² promedio (mortero experimental 6%), se concluye que la sustitución de mucílago de penca de maguey y poliestireno en un 4%, 5% y 6% aumentan la resistencia a la compresión respectivamente a diferencia del adobe tradicional elaborado en el Centro Poblado de Machcas, ubicado en el departamento de Áncash, provincia de Huari, distrito de Chavín de Huántar.

En relación al cuarto objetivo específico, se determinó los porcentajes de absorción de los testigos de adobe, tanto del adobe patrón y de los adobes experimentales; el adobe patrón elaborado en el Centro Poblado de Machcas, no resisten al ensayo de absorción y como resultado fue la desintegración inmediata al sumergirse al agua, al igual que el adobe experimental con sustitución total del agua por mucílago de penca de maguey y con una adición de 4 % de poliestireno; muy por el contrario, con los porcentajes de adición de poliestireno de 5% y 6%, se pudo evaluar y resistieron a los ensayos, los cuales dieron los siguientes resultados de 8.07% y 5.28% respectivamente; se concluye que la fabricación de adobes con la adición de poliestireno en un 5% y 6% mejoran sus propiedades de absorción en un 100% respecto al adobe patrón, y mejoran sus resistencias específicamente al agua y la humedad ya que en la zona del estudio existe altos rangos de precipitaciones fluviales.

En relación al quinto objetivo específico, los resultados del ensayo de conductividad térmica a 28 días fueron los siguientes: 0.17700064 W/mK promedio (mortero patrón), 0.12770025 W/mK promedio (mortero experimental 4%), 0.11179742 W/mK promedio (mortero experimental 5%) y 0.09450059 W/mK promedio (mortero experimental 6%); se concluye que debido a que el poliestireno es un material plástico espumado mejora notablemente la conductividad térmica-acústica además añadido que es un material que no se descompone, no se pudre, ni se enmohece, lo que lo convierte en un material apropiado para la construcción de viviendas climatizadas en las zonas rurales.

VI. RECOMENDACIONES

De la siguiente investigación se llegó a las siguientes recomendaciones:

Se recomienda a los pobladores del Centro Poblado de Machcas, mejorar su proceso de fabricación de adobe, clasificando los tipos de suelos de las canteras de donde se extrae el materiales para la elaboración de adobes además, elaborar los adobes de según los parámetros de la norma E-080 para la adquisición de un mejor producto, así como también a considerar el estudio ejecutado para obtener un adobe mucho más mejorado para la creación de viviendas climatizadas, resistentes a la humedad, al agua y a las precipitaciones fluviales.

Tomar en cuenta para el tratamiento y extracción del mucílago de penca de maguey, los días de maceración y el sitio donde se realizará el macerado, pues el propósito es obtener el mucílago con mayor viscosidad, además desarrollar investigaciones de adobes con sustitución de agua por diversos tipos de mucílagos de plantas para poder determinar mejor la variación de sus propiedades en cada una de ellas.

Tener en cuenta que, para el ensayo de conductividad térmica, los morteros curados a los 28 días deben de ser secados en el horno por 1 hora a una temperatura de 120°, de modo que no altere su estructura interna y de esta manera no afectar con dicho ensayo.

Se recomienda a las futuras investigaciones con ensayos en adobe, tener en cuenta introducir la normativa acerca de Erosión Acelerada de Swinburne (SAET) del Adobe, fundamentado en la Norma española UNE -41410 “Bloques de Tierra Comprimida para Muros y Tabiques”, además tener en cuenta introducir la normativa acerca de Ensayo de Capilaridad del Adobe, fundamentado en la Norma española UNE – 41410 “Bloques de Tierra Comprimida para Muros y Tabiques”. dentro de la Norma Peruana E.080 “Diseño y Construcción con tierra Reforzada

Tener en cuenta poner en marcha esta investigación realizada para la zona del Centro poblado de Machcas, para las construcciones futuras de viviendas en diversas zonas rurales de todo el Perú en donde es más intenso el frío.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bolaños , J. (2016). *Resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna*. Tesis de grado, Universidad Privada del Norte, Cajamarca.
- Bolaños , J. (2016). *Resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna*. Tesis para obtener el título de ingeniero civil, Universidad Privada del Norte, Facultad de ingeniería civil, Cajamarca.
- Castillo, D. (2018). *El Maguey y el pulque*. Scribd. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/67701274/El-Maguey-y-el-pulque>
- Cladera, A., Etxeberria, M., Schiess, I., & Pérez, A. (2019). *El Adobe en la Construcción para el Desarrollo*. Ingeniería Sin Fronteras.
- El País. (01 de Marzo de 2018). *La ola de frío sigue golpeando a Europa: ya hay más de 50 muertos*. Obtenido de El País: <https://www.elpais.com.uy/mundo/ola-frío-nevada-europa-muertos-clima.html>
- El peruano. (2006). *Normas Legales*. Lima: Instituto de la Construcción y Vivienda. Obtenido de https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2006_E_080.pdf
- 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*. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio de Abad del Cusco.
- García, E., & Suárez, M. (2000). *Las arcillas: Propiedades y usos*. Madrid: Universidad de Salamanca. Obtenido de <http://campus.usal.es/~delcien/doc/GA.PDF>
- García, P. (15 de Mayo de 2020). *La paja en la arquitectura actual*. Obtenido de Construcciones 21 España: <http://www.arquitecturayempresa.es/noticia/la-paja-en-la-arquitectura-actual>
- Gobierno Regional de Acash. (2014). *Estudio de Diagnóstico y Zonificación con fines de la demarcación territorial de la provincia de Huaraz*. Áncash: Dirección Nacional Técnica de Demarcación Territorial. Obtenido de <http://sdot.pcm.gob.pe/wp-content/uploads/2016/06/EDZ-Huaraz.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: Mc Graw Hill.
- Holguino, A., Olivera, L., & Escobar, K. (2018). Confort térmico en una habitación de adobe con sistema de almacenamiento de calor en los andes del Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 20(3), 289 - 300. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/ria/v20n3/a03v20n3.pdf>

- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Perú: Perfil sociodemográfico, informe nacional*. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática. Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2019). *Informe Técnico, Estadísticas ambientales*. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática. Obtenido de <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/ambientalesagos.pdf>
- Llunitasig, S. (2017). *Estudio de la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con paja, estiércol, savia de penca de tuna, sangre de toro*. Tesis para obtener el título de ingeniero civil, Universidad técnica de Ambato, Facultad de ingeniería civil, Ecuador.
- Manual de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2010). Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Morales, R., Torres, R., Rengifo, L., & Irala, C. (2000). *Manual para la construcción de vivienda de adobe*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Moscoso, M. (2017). *El adobe, sus características y el confort térmico*. Ecuador: Universidad de Cuenca. Obtenido de <https://www.eumed.net/libros-gratis/actas/2016/filosofia/El-adobe-Moscoso.pdf>
- Nieto, L., & Tello, E. (2019). *Adobe estabilizado con mucílago de penca de tuna, resistentes al contacto con el agua para la construcción de viviendas populares empleados en la sierra del Perú*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Norma Técnica E 080. (2006). *Adobe*. Lima-Perú.
- Norma UNE – ISO 7730 . (2005). *Ergonomía en ambiente térmico*. España: UNE - EN ISO.
- NT E. 070. (2006). *Norma Técnica E. 070 - Albañilería*. Lima: Resolución Ministerial N° 011-2006-Vivienda.
- NTP ITINTEC 331.017. (2006). *Elementos de arcilla cocida*. Lima: Norma Técnica Peruana.
- Organización Mundial de la Salud. (2015). *Informe Mundial sobre el envejecimiento y la salud*. Biblioteca Organización Mundial de la Salud. Obtenido de https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/186466/9789240694873_spa.pdf?sequence=1
- Palomo, M. (2017). *Ailantes térmicos. Criterios de selección por requisitos energéticos*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Obtenido de http://oa.upm.es/47071/1/TFG_Palomo_Cano_Marta.pdf
- Paucar. (2018). *Diseño de un adobe con adición de poliestireno para la construcción de viviendas climatizadas en la zona rural del distrito de Caraz, Áncash*. Tesis para obtener el título de ingeniero civil, Universidad Cesar vallejo, Facultad de ingeniería civil, Chimbote.

- Paucar, C. (2018). *Diseño de un adobe con adición de poliestireno para la construcción de viviendas climatizadas en la zona rural del distrito de Caraz, Áncash*. Tesis de grado, Universidad Cesar vallejo, Chimbote. Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/23756>
- Pérez, J., & Merino, M. (22 de Julio de 2017). *Definición de Adobe*. Obtenido de Definición.de: <https://definicion.de/adobe/>
- Pons, G. (sf). *Características generales del adobe como material de construcción*. El Salvador: Ecosur Network. Obtenido de Ecosur Network.
- Quintana, D., & Vera, M. (2017). *Evaluación de la erosión y la resistencia a compresión de adobes con sustitución parcial y total de agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%,50%, 75% y 100%*. Tesis de grado, Universidad Andina del Cusco, Cusco.
- Quintana, D., & Vera, M. (2017). *Evaluación de la erosión y la resistencia a compresión de adobes con sustitución parcial y total de agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%,50%, 75% y 100%*. Tesis para obtener el título de ingeniero civil, Universidad Andina Del Cusco, Facultad de ingeniería civil, Cusco.
- Rivera, C. (2016). *Aporte del agave americana a los servicios ecosistémicos en la comunidad campesina de joras - Ayabaca - Piura, Perú*. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Carlos_Javier_Rivera/publication/309213228_Aporte_del_Agave_americana_a_los_servicios_ecositemicos_en_la_Comunidad_Campesina_de_Joras-Ayabaca-Piura_Peru/links/580611ba08ae0075d82c2ee2/Aporte-del-Agave-americana-a-los-s
- Rodríguez, C. (2017). *Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la prefabricación de unidades de albañilería no estructural*. Tesis para obtener el título de ingeniero civil, Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de ingeniería civil, Cajamarca.
- Rodríguez, H. (2017). *Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la prefabricación de unidades de albañilería no estructural*. Tesis para obtener el título de ingeniero civil, Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de ingeniería civil, Cajamarca. Obtenido de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/999>
- Ruiz, D., Silva, M., Cerón, L., & López, C. (2017). Evaluación del comportamiento sísmico de casas consistoriales de tapia pisada reforzadas con maderas de confinamiento. *Revista Ingeniería de Construcción*, 32(2), 25-44. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v32n2/art03.pdf>
- Solís, C. (2005). *Características del Poliestireno Expandido*. KNAUF Miret. Obtenido de <http://www.davsa.com/infoWeb/Grup/Subgrups/caracteristiques/040101D-20.pdf>

Suarez, J. (2001). *Propiedades de los materiales de suelo*. Colombia: Universidad Industrial de Santander.

Textos científicos. (22 de Octubre de 2015). *Poliestireno expandido*. Obtenido de Textos científicos.com: <https://www.textoscienfificos.com/polimeros/poliestireno-expandido>

Ureña, M., & Llunitasig, S. (2017). *Estudio de la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con paja, estiércol, savia de penca de tuna, sangre de toro*. Tesis de grado, Universidad técnica de Ambato, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/26585>

AGRADECIMIENTOS

Primero agradecer a Dios por las oportunidades que me da día a día, por otorgarme la fortaleza, cariño, amor y humildad herramientas que son necesarias para alcanzar el éxito personal y laboral.

A mis Padres, Hermanos e Hijos, por su apoyo incondicional, confianza, comprensión y amor. No hubiera sido posible llegar hasta aquí sino fuera por ellos, su lucha constante por verme crecer y ser un profesional fueron mi mayor sustento para esforzarme cada día más, no fue fácil para ellos al igual que para mí, pero juntos logramos este sueño.

Bill Fredy, Rosales Rímac

ANEXOS Y APÉNDICE

Anexos 1. Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO:

“Efecto de la adición de poliestireno al 4% 5% y 6%, con sustitución del agua por mucílago de penca de maguey para elaborar un adobe para la construcción de viviendas climatizadas, en el C.P. de Machcas distrito de Chavín de Huántar”

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CONSTRUCCIÓN Y GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

Dado que la construcción es una actividad que demanda la inversión de recursos que impactan de manera significativa el medio ambiente y que la demanda de vivienda de los sectores con menos ingresos y mejor confort en cuanto al estilo de vida en las zonas rurales de Chavín de Huántar

Las causas del problema hacia la población rural son la temperatura baja, intensificada por una variación climática e intensas lluvias que afectan a la infraestructura de sus viviendas y que ocasiona diversas enfermedades broncopulmonares, los cuales son los principales motivos de muertes en niños y adultos mayores. Este problema se intensifica debido a que la población del Perú de las zonas alto andinas son el sector más pobre y necesitado del país. Una población en busca de mejoras tanto económica y tecnológicamente para su desarrollo ya que son un sector propenso a impactos naturales debido a las condiciones de las viviendas (infraestructura) y la falta de conocimientos en alternativas tecnológicas.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	JUSTIFICACIÓN
<p>¿Cuál es el mejor diseño de mezcla para un adobe con adición de poliestireno y sustitución total del agua por el mucílago de la penca del maguey, para mejorar las propiedades físicas y mecánicas en la construcción de viviendas climatizadas y duraderas en el Centro poblado de Machcas del distrito de Chavín de Huántar, Huari – Áncash 2019?</p>	<p>OBJETIVOS GENERAL</p> <p>Determinar y comparar el efecto de la sustitución total del agua por mucílago de la penca de maguey con adición de un 5% de poliestireno expandido ante la erosión, conductividad térmica y resistencia a la compresión de un mortero.</p>	<p>El diseño de mezcla de un adobe sustituyendo el agua por mucílago de penca de Maguey con adición de poliestireno expandido en un 5% reducen los resultados ante la erosión, a la vez aumenta la resistencia a compresión del adobe y podrá ser utilizado para la construcción de viviendas climatizadas y resistentes a las intensas lluvias en la zona rural del distrito de Chavín de Huántar, Huari, Áncash.</p>	<p>La presente investigación es conveniente porque permitirá diseñar un adobe con adición de poliestireno para la construcción de viviendas climatizadas además para mejorar las resistencia al agua causadas por las intensas lluvias en la zona rural de Chavín de Huántar que provocan consecuencias graves en el adobe además para mejorar las propiedades mecánicas en cuanto a la resistencia al esfuerzo de compresión y así dar una mejor resistencia y durabilidad a la vivienda ante un eventual sismo y además al problema del intenso frío dentro de sus viviendas.</p>
	<p>OBJETIVO ESPECIFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo Específico N° 1 Evaluar la resistencia a compresión de adobes con sustitución total del agua por mucílago de la penca de maguey y adición de un 5% de poliestireno expandido. • Objetivo Específico N° 2 Evaluar la erosión en las unidades de adobes con sustitución total del agua por mucílago de la penca de maguey y adición de un 5% de poliestireno expandido. • Objetivo Específico N° 3 Evaluar la conductividad térmica de las unidades de adobe con sustitución total del agua por mucílago de la penca de maguey y adición de un 5% de poliestireno expandido. 		

Fuente Propia

Anexos 2. Operacionalización de variables

Tabla 31

Operacionalización de las variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente (X1): Poliestireno	Según (Paucar, 2018), lo definió como un polímero termoplástico que se obtiene de la polimerización del estireno monómero	Se realizará la adición de poliestireno además de realizar una sustitución total de agua por mucílago de penca de maguey	poliestireno expandido (EPS)	Porcentaje de poliestireno 4%,5%,6%
Variable dependiente (Y1): Resistencia a la compresión	Según Quintana y Vera (2017) lo definió como la máxima resistencia medida de un espécimen de concreto.	Se realizará el ensayo de esfuerzo máximo que soporta la unidad de adobe bajo una carga	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión Kg/cm²
Variable dependiente (Y2): Conductividad térmica	Según (Paucar, 2018), lo definió como propiedad física que mide la capacidad de conducción de calor	Se realizará el ensayo para determinar si el adobe es apto o no apto para vivienda climatizadas	Propiedades físicas	Incremento de temperatura
Variable dependiente (Y2): absorción	Según Quintana y Vera (2017) definió como a la propiedad física que mide el porcentaje de agua que absorbe un material	Se realizará el ensayo para determinar el porcentaje de absorción de un adobe	Propiedades físicas	Porcentaje de absorción

Fuente: Propia, 2020.

Anexos 3. Panel fotográfico

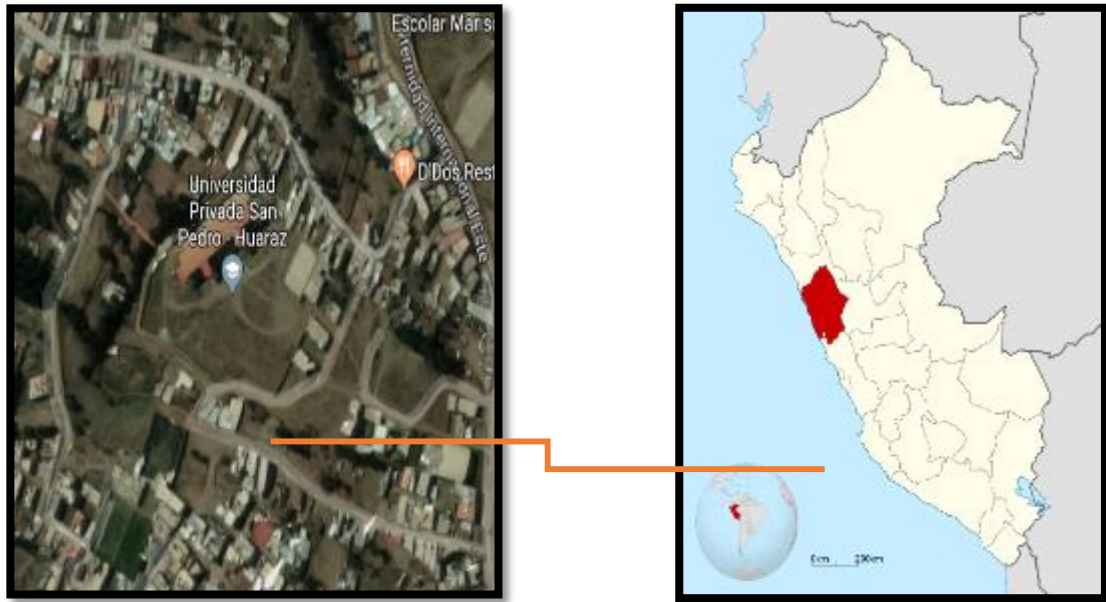


Figura 13. Ubicación geográfica del lugar donde se desarrolló la investigación.

Fuente: Google Earth (2020)



Figura 14. Ubicación de penca en estudio.

Fuente: Google Earth (2020)



Figura 15. *Tesista indicando el material a extraer en el distrito de Chavín de Huántar.*

Fuente: Elaboración propia.



Figura 16. *La penca a extraer en el distrito de Chavín de Huántar caserío Machcas.*

Fuente: Elaboración propia.



Figura 17. *Selección de la penca.*

Fuente: Elaboración propia.



Figura 18. *Tesista indicando la extracción de la penca.*

Fuente: Elaboración propia.



Figura 19. Eliminación de espinas y lavado de penca.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 20. Lavado de penca de maguey.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 21. *Tesista cortado de Penca de maguey.*

Fuente: Elaboración propia.



Figura 22. *Medición de 2 cm a la penca para el corte.*

Fuente: Elaboración propia.



Figura 23. *Pesado del agua y de las pencas cortadas para la proporción de 1/1.*

Fuente: Elaboración propia.



Figura 24. *Colación de las unidades cortadas de las pencas.*

Fuente: Elaboración propia.



Figura 25. A maceramiento de las unidades de penca en tina.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 26. Tesista colando el mucílago para la obtención del mucílago de penca.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 27. *Tesista haciendo la verificación de la viscosidad del mucílago.*

Fuente: Elaboración propia.



Figura 28. *Obtención de total en litros del mucílago de penca.*

Fuente: Elaboración propia.



Figura 29. *Ubicación de la cantera en estudio.*

Fuente: Google Earth, 2020



Figura 30. *Tesista indicando el material a extraer*

Fuente: Elaboración propia



Figura 31. *Tesista extrayendo el material.*

Fuente: Elaboración propia



Figura 32. *Observación de la muestra del suelo.*

Fuente: Elaboración propia



Figura 33. *Tesista desarrollando la prueba de la dental.*

Fuente: Elaboración propia



Figura 34. *Tesista desarrollando la prueba olfativa de los suelos*

Fuente: Elaboración propia



Figura 35. *Tesista desarrollando la prueba de brillo.*

Fuente: Elaboración propia



Figura 36. *Unidades para la prueba de brillo.*

Fuente: Elaboración propia, 2020



Figura 37. *Tesista desarrollando la prueba del enrollado en campo del suelo.*

Fuente: Elaboración propia



Figura 38. *Tesista desarrollando la prueba de la resistencia de la bolita del suelo.*

Fuente: Elaboración propia



Figura 39. *Tesista desarrollando la prueba de la botella.*

Fuente: Elaboración propia



Figura 40. *Elaboración previa de los adobes para la prueba de rajadura.*

Fuente: Google.



Figura 41. *Tesista desarrollando la prueba de flexión en campo.*

Fuente: GOOGLE



Figura 42. *Peso de la capsula de aluminio vacío.*

Fuente: Elaboración propia



Figura 43. *Colocado y secado de la muestra del suelo húmedo en el horno.*

Fuente: Elaboración propia



Figura 44. *Tesista ingresando el material al horno a ser estudiado.*

Fuente: Elaboración propia



Figura 45. *Peso del suelo seco más el peso del recipiente.*

Fuente: Elaboración propia



Figura 46. *Tesista Destruyendo de la estructura original del suelo.*

Fuente: Elaboración propia



Figura 47. *Tesista Zarandeado de muestra de suelo.*

Fuente: Elaboración propia



Figura 48. *Peso del material más recipiente.*

Fuente: Elaboración propia



Figura 49. *Ajustado del aparato de límite líquido.*

Fuente: Elaboración propia



Figura 50. *Mezclado del suelo con agua.*

Fuente: Elaboración propia.



Figura 51. *Prueba de copa de casa grande*

Fuente: Elaboración propia



Figura 52. *Amasado del suelo para límite plástico.*

Fuente: Elaboración propia



Figura 53. *Desarrollando el enrollado del suelo.*

Fuente: Elaboración propia



Figura 54. *Desarrollando el límite plástico del suelo.*

Fuente: Elaboración propia



Figura 55. *Peso del suelo seco seleccionado.*

Fuente: Elaboración propia



Figura 56. *Tesista en el lavado del material para el análisis granulométrico.*

Fuente: Elaboración propia



Figura 57. *Tesista ingresando material para el secado en horno a 110°C del suelo lavado.*

Fuente: Elaboración propia



Figura 58. *Tamizado del suelo seco.*

Fuente: Elaboración propia



Figura 59. Granulometría del suelo en laboratorio.

Fuente: Elaboración propia



Figura 60. Tesista llenando la botella con mucílago de penca.

Fuente: Elaboración propia

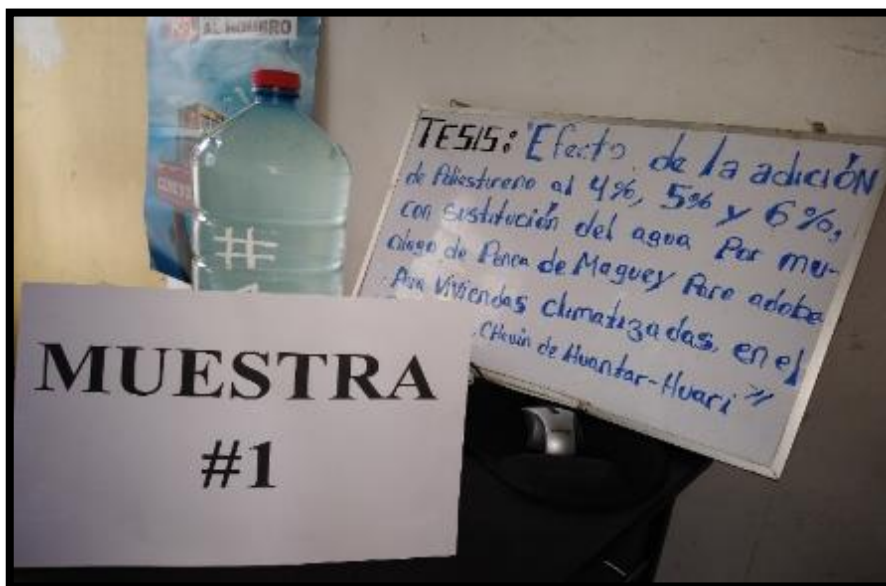


Figura 61. Muestra N°1 del mucilago.

Fuente: Elaboración propia



Figura 62. Canicas y cronometro del celular.

Fuente: Google.



Figura 63. *Secado del adobe en horno a 110°C.*

Fuente: Elaboración propia



Figura 64. *Tesista llevando adobe al horno para la prueba de absorción.*

Fuente: Elaboración propia.



Figura 65. *Adobe sumergido en agua.*

Fuente: Elaboración propia



Figura 66. *Tesista tamizando la tierra.*

Fuente: Elaboración propia



Figura 67. *Material listo para la elaboración.*

Fuente: Elaboración propia



Figura 68. *Tesista cortando la paja para la elaboración del adobe.*

Fuente: Elaboración propia



Figura 69. *Tesista desarrollando la mezcla de la tierra con mucílago.*

Fuente: Elaboración propia



Figura 70. *Tesista añadiendo el poliestireno al mortero*

Fuente: Elaboración propia



Figura 71. *Tesista desarrollando la colocación del material en los moldes los.*

Fuente: Elaboración propia



Figura 72. *Tesista desarrollando el compactando el adobe por él.*

Fuente: Elaboración propia



Figura 73. Verificación del Tesista del estado de las unidades de adobes.

Fuente: Elaboración propia



Figura 74. Tesista desarrollando el ensayo a compresión del adobe.

Fuente: Elaboración propia



Figura 75. *Rotura de adobe.*

Fuente: Elaboración propia

Anexos 4. Formatos de toma de datos


	UNIVERSIDAD SAN PEDRO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL <i>“Año de la universalización de la salud”</i>	Hoja N° 1 <i>hoja de resultados</i>											
<u>LUGAR:</u> C.P. Machcas - Distrito de Chavin de Huantar	<u>FECHA:</u> 20 de setiembre del 2020												
<u>TESISTA:</u> Rosales Rimac Bill Fredy													
<i>Ensayo en Campo para la Selección del Suelo</i>													
TESIS: “Efecto de la adición de poliestireno al 4% 5% y 6%, con sustitución del agua por mucilago de penca de maguey para elaborar un adobe para la construcción de viviendas climatizadas, en el C.P. de Machcas distrito de Chavín de Huántar”													
<table border="1"><thead><tr><th>TIPO</th><th>INDICADORES</th><th>MUESTA</th></tr></thead><tbody><tr><td rowspan="4">Prueba de Color <small>* Se considera como suelo APTO, al suelo INORGANICO</small></td><td>Negro: suelos orgánicos</td><td>NO</td></tr><tr><td>Claros y brillantes: inorgánicos</td><td>SI</td></tr><tr><td>carbonato cálcico, suelos</td><td>NO</td></tr><tr><td>RESULTADO</td><td>APTO</td></tr></tbody></table>	TIPO	INDICADORES	MUESTA	Prueba de Color <small>* Se considera como suelo APTO, al suelo INORGANICO</small>	Negro: suelos orgánicos	NO	Claros y brillantes: inorgánicos	SI	carbonato cálcico, suelos	NO	RESULTADO	APTO	
TIPO	INDICADORES	MUESTA											
Prueba de Color <small>* Se considera como suelo APTO, al suelo INORGANICO</small>	Negro: suelos orgánicos	NO											
	Claros y brillantes: inorgánicos	SI											
	carbonato cálcico, suelos	NO											
	RESULTADO	APTO											

Figura 76. Datos de prueba de color de los suelos

Fuente: Elaboración propia



LUGAR: C.P. Machcas - Distrito de Chavin de Huantar

FECHA: 20 de setiembre del 2020

TESISTA: Rosales Rimac Bill Fredy

Ensayo en Campo para la Selección del Suelo

TESIS: "Efecto de la adición de poliestireno al 4% 5% y 6%, con sustitución del agua por mucilago de penca de maguey para elaborar un adobe para la construcción de viviendas climatizadas, en el C.P. de Machcas distrito de Chavín de Huántar"

TIPO	INDICADORES	MUESTA
Prueba dental * Se considera como suelo APTO, al suelo ARENOSO	Arenosos: partículas duras, rechinan entre los dientes, sensación desagradable.	SI
	Limosos: partículas más pequeñas, rechinan sólo ligeramente, más suaves que los arenosos.	NO
	RESULTADO	APTO

Figura 77. Datos de prueba dental de los suelos.

Fuente: Elaboración propia



LUGAR: C.P. Machcas - Distrito de Chavin de Huantar **FECHA:** 20 de setiembre del 2020

TESISTA: Rosales Rimac Bill Fredy

Ensayo en Campo para la Selección del Suelo

TESIS: “Efecto de la adición de poliestireno al 4% 5% y 6%, con sustitución del agua por mucilago de penca de maguey para elaborar un adobe para la construcción de viviendas climatizadas, en el C.P. de Machcas distrito de Chavín de Huántar”

TIPO	INDICADORES	MUESTA
Prueba Olfativa *Se considera como suelo APTO, al suelo SIN OLOR RANCIO	Olor rancio: Suelos Orgánicos	NO
	RESULTADO	APTO

Figura 78. Datos de prueba olfativa de los suelos.

Fuente: Elaboración propia



LUGAR: C.P. Machcas - Distrito de Chavin de Huantar

FECHA: 20 de Setiembre del 2020

TESISTA: Rosales Rimac Bill Fredy

Ensayo en Campo para la Selección del Suelo

TESIS: “Efecto de la adición de poliestireno al 4% 5% y 6%, con sustitución del agua por mucilago de penca de maguey para elaborar un adobe para la construcción de viviendas climatizadas, en el C.P. de Machcas distrito de Chavín de Huántar”

TIPO	INDICADORES	MUESTA
Prueba de Brillo <small>* Se considera como suelo APTO, al suelo OPACO Y BRILLANTE</small>	Opacos: suelos arenosos	SI
	Mates: limosos con poca arcilla	NO
	Brillantes: arcillosos	SI
	RESULTADO	APTO

Figura 79. Datos de prueba de brillo de los suelos.

Fuente: Elaboración propia



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
“Año de la universalización de la salud”

Hoja N°

5

hoja de resultados

LUGAR: C.P. Machcas - Distrito de Chavin de Huantar

FECHA: 20 de setiembre del 2020

TESISTA: Rosales Rimac Bill Fredy

Ensayo en Campo para la Selección del Suelo

TESIS: “Efecto de la adición de poliestireno al 4% 5% y 6%, con sustitución del agua por mucilago de penca de maguey para elaborar un adobe para la construcción de viviendas climatizadas, en el C.P. de Machcas distrito de Chavín de Huántar”

TIPO	INDICADORES	MUESTA
Prueba del enrollado *Se considera como suelo APTO, CUANDO EL ROLLO SE ROMPE AL ALCANZAR UNA LONGITUD ENTRE LOS 5 A 15 CM	El rollo alcanza los 5 cm.	NO
	El rollo alcanza una longitud entre 5 a 15 cm.	SI
	El rollo alcanza una longitud mayor de 15 cm.	NO
	RESULTADO	APTO

Figura 80. Datos de prueba del enrollado de los suelos.

Fuente: Elaboración propia


	UNIVERSIDAD SAN PEDRO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL <i>“Año de la universalización de la salud”</i>	Hoja N° <div style="background-color: #00AEEF; color: white; padding: 5px; display: inline-block; font-weight: bold; font-size: 24px;">6</div> <i>hoja de resultados</i>									
	LUGAR: C.P. Machcas - Distrito de Chavin de Huantar FECHA: 20 de Setiembre del 2020 TESISTA: Rosales Rimac Bill Fredy										
Ensayo en Campo para la Selección del Suelo											
TESIS: “Efecto de la adición de poliestireno al 4% 5% y 6%, con sustitución del agua por mucilago de penca de maguey para elaborar un adobe para la construcción de viviendas climatizadas, en el C.P. de Machcas distrito de Chavín de Huántar”											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #ADD8E6;"> <th style="width: 33%;">TIPO</th> <th style="width: 33%;">INDICADORES</th> <th style="width: 33%;">MUESTA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="vertical-align: top;"> Prueba de resistencia seca de la bolita <small>* Se considera como suelo APTO, CUANDO EL SUELO SE DESMORONA EN TROZOS GRANDES</small> </td> <td style="vertical-align: top;"> Se desmorona en trozos grandes </td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">SI</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">RESULTADO</td> <td style="background-color: yellow; text-align: center; vertical-align: middle;">APTO</td> </tr> </tbody> </table>			TIPO	INDICADORES	MUESTA	Prueba de resistencia seca de la bolita <small>* Se considera como suelo APTO, CUANDO EL SUELO SE DESMORONA EN TROZOS GRANDES</small>	Se desmorona en trozos grandes	SI		RESULTADO	APTO
TIPO	INDICADORES	MUESTA									
Prueba de resistencia seca de la bolita <small>* Se considera como suelo APTO, CUANDO EL SUELO SE DESMORONA EN TROZOS GRANDES</small>	Se desmorona en trozos grandes	SI									
	RESULTADO	APTO									

Figura 81. Prueba de la resistencia de la bolita del suelo.

Fuente: Elaboración propia


	UNIVERSIDAD SAN PEDRO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL <i>“Año de la universalización de la salud”</i>	Hoja N° <div style="background-color: #00AEEF; color: white; padding: 5px; display: inline-block; font-weight: bold; font-size: 24px;">7</div> <i>hoja de resultados</i>									
	LUGAR: C.P. Machcas - Distrito de Chavin de Huantar FECHA: 20 de setiembre del 2020 TESISTA: Rosales Rimac Bill Fredy										
Ensayo en Campo para la Selección del Suelo											
TESIS: “Efecto de la adición de poliestireno al 4% 5% y 6%, con sustitución del agua por mucilago de penca de maguey para elaborar un adobe para la construcción de viviendas climatizadas, en el C.P. de Machcas distrito de Chavín de Huántar”											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #ADD8E6;"> <th style="width: 33%;">TIPO</th> <th style="width: 33%;">INDICADORES</th> <th style="width: 33%;">MUESTA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="vertical-align: top;"> Prueba de la botella <small>* Se considera como suelo APTO, EL SUELO DEBE CUMPLIR CON LO INDICADO EN LA NORMA</small> </td> <td style="vertical-align: top;"> Los rangos deben estar dentro de los indicados en la NORMA (60% Arena, 20% Arcilla , 20% Limo) </td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">SI</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">RESULTADO</td> <td style="background-color: yellow; text-align: center; vertical-align: middle;">APTO</td> </tr> </tbody> </table>			TIPO	INDICADORES	MUESTA	Prueba de la botella <small>* Se considera como suelo APTO, EL SUELO DEBE CUMPLIR CON LO INDICADO EN LA NORMA</small>	Los rangos deben estar dentro de los indicados en la NORMA (60% Arena, 20% Arcilla , 20% Limo)	SI		RESULTADO	APTO
TIPO	INDICADORES	MUESTA									
Prueba de la botella <small>* Se considera como suelo APTO, EL SUELO DEBE CUMPLIR CON LO INDICADO EN LA NORMA</small>	Los rangos deben estar dentro de los indicados en la NORMA (60% Arena, 20% Arcilla , 20% Limo)	SI									
	RESULTADO	APTO									

Figura 82. Prueba de la botella del suelo.

Fuente: Elaboración propia


	UNIVERSIDAD SAN PEDRO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL <i>"Año de la universalización de la salud"</i>	Hoja N° <div style="background-color: #0070C0; color: white; padding: 5px; display: inline-block; border: 1px solid black;">8</div> <i>hoja de resultados</i>									
	LUGAR: C.P. Machcas - Distrito de Chavin de Huantar FECHA: 20 de Setiembre del 2020 TESISTA: Rosales Rimac Bill Fredy										
Ensayo en Campo para la Selección del Suelo											
TESIS: "Efecto de la adición de poliestireno al 4% 5% y 6%, con sustitución del agua por mucilago de penca de maguey para elaborar un adobe para la construcción de viviendas climatizadas, en el C.P. de Machcas distrito de Chavín de Huántar"											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #ADD8E6;">TIPO</th> <th style="background-color: #ADD8E6;">INDICADORES</th> <th style="background-color: #ADD8E6;">MUESTA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"> Adobes de Prueba <small>*Se considere como adobe APT, SINO SERAJAN</small> </td> <td style="text-align: center;"> Los Adobes se rajan al secarse. </td> <td style="text-align: center;">NO</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">RESULTADO</td> <td style="text-align: center; background-color: yellow;">APTO</td> </tr> </tbody> </table>			TIPO	INDICADORES	MUESTA	Adobes de Prueba <small>*Se considere como adobe APT, SINO SERAJAN</small>	Los Adobes se rajan al secarse.	NO		RESULTADO	APTO
TIPO	INDICADORES	MUESTA									
Adobes de Prueba <small>*Se considere como adobe APT, SINO SERAJAN</small>	Los Adobes se rajan al secarse.	NO									
	RESULTADO	APTO									

Figura 83. Prueba de adobes en campo.

Fuente: Elaboración propia


	UNIVERSIDAD SAN PEDRO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL <i>"Año de la universalización de la salud"</i>	Hoja N° <div style="background-color: #0070C0; color: white; padding: 5px; display: inline-block; border: 1px solid black;">9</div> <i>hoja de resultados</i>									
	LUGAR: C.P. Machcas - Distrito de Chavin de Huantar FECHA: 20 de setiembre del 2020 TESISTA: Rosales Rimac Bill Fredy										
Ensayo en Campo para la Selección del Suelo											
TESIS: "Efecto de la adición de poliestireno al 4% 5% y 6%, con sustitución del agua por mucilago de penca de maguey para elaborar un adobe para la construcción de viviendas climatizadas, en el C.P. de Machcas distrito de Chavín de Huántar"											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #ADD8E6;">TIPO</th> <th style="background-color: #ADD8E6;">INDICADORES</th> <th style="background-color: #ADD8E6;">MUESTA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"> Prueba de Flexión <small>*Se considera como adobe APTO, SI EL ADOBE NO SE AGRIETA O FISURA</small> </td> <td style="text-align: center;"> El adobe se agrieta o se fisura </td> <td style="text-align: center;">NO</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">RESULTADO</td> <td style="text-align: center; background-color: yellow;">APTO</td> </tr> </tbody> </table>			TIPO	INDICADORES	MUESTA	Prueba de Flexión <small>*Se considera como adobe APTO, SI EL ADOBE NO SE AGRIETA O FISURA</small>	El adobe se agrieta o se fisura	NO		RESULTADO	APTO
TIPO	INDICADORES	MUESTA									
Prueba de Flexión <small>*Se considera como adobe APTO, SI EL ADOBE NO SE AGRIETA O FISURA</small>	El adobe se agrieta o se fisura	NO									
	RESULTADO	APTO									

Figura 84. Datos de prueba de flexión en campo.

Fuente: Elaboración propia



LUGAR: C.P. Machcas - Distrito de Chavin de Huantar

FECHA: 20 de setiembre del 2020

TESISTA: Rosales Rimac Bill Fredy

CONTENIDO DE HUMEDAD

TESIS: “Efecto de la adición de poliestireno al 4% 5% y 6%, con sustitución del agua por mucilago de penca de maguey para elaborar un adobe para la construcción de viviendas climatizadas, en el C.P. de Machcas distrito de Chavín de Huántar”

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Nº DE TARRO	23	24	34
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	56.68	57.52	58.18
PESO TARRO + SUELO SECO	48.86	49.8	50.53
PESO DE AGUA			
PESO DE TARRO	26.33	26.79	26.58
PESO DE SUELO SECO			
CONTENIDO DE HUMEDAD			
NUMERO DE GOLPES			
Contenido de Humedad			

Figura 85. *Recolección de datos de contenido de humedad del suelo.*

Fuente: Elaboración propia



LUGAR: C.P. Machcas - Distrito de Chavin de Huantar

FECHA: 20 de setiembre del 2020

TESISTA: Rosales Rimac Bill Fredy

LIMITES DE ATTERBERG

TESIS: "Efecto de la adición de poliestireno al 4% 5% y 6%, con sustitución del agua por mucilago de penca de maguey para elaborar un adobe para la construcción de viviendas climatizadas, en el C.P. de Machcas distrito de Chavín de Huántar"

LÍMITE LÍQUIDO

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

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	
Nº DE TARRO	23.00	24.00	34.00	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	56.68	57.52	58.18	
PESO TARRO + SUELO SECO	48.86	49.8	50.53	
PESO DE AGUA				
PESO DE TARRO	26.33	26.79	26.58	
PESO DE SUELO SECO				
CONTENIDO DE HUMEDAD				
NUMERO DE GOLPES				

LÍMITE PLÁSTICO

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

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02		
Nº DE TARRO	28.00	3.00		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	33.82	32.64		
PESO TARRO + SUELO SECO	32.78	31.78		
PESO DE AGUA				
PESO DE TARRO	27.15	26.89		
PESO DE SUELO SECO				
CONTENIDO DE HUMEDAD				

Figura 86. Recolección de datos de límites de Atterberg.

Fuente: Elaboración propia



LUGAR: C.P. Machcas - Distrito de Chavin de Huantar

FECHA: 20 de setiembre 2020

TESISTA: Rosales Rimac Bill Fredy

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

TESIS: “Efecto de la adición de poliestireno al 4% 5% y 6%, con sustitución del agua por mucilago de penca de maguey para elaborar un adobe para la construcción de viviendas climatizadas, en el C.P. de Machcas distrito de Chavín de Huántar”

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Antes del lavado

Muestra + Bandeja =
 Peso de la Bandeja =
 Peso de la Muestra Seca =

Después del lavado

Muestra + Bandeja =
 Peso de la Bandeja =
 Peso de la Muestra Seca =
 % de Error en Peso =

GRANULOMETRIA DEL SUELO					
Mallas estandar		PESOS (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA
Pulg.	Ø mm				
# 4	4.75	15.4			
# 8	2.36	67.6			
# 10	2	36.2			
# 16	1.18	92.4			
# 30	0.6	135.4			
# 40	0.42	220.4			
# 50	0.3	483.3			
# 100	0.15	898.5			
# 200	0.0075	720.5			
Cazuela	-	40.2			
Lavado	-	0			

Total fracción Retenida en Lavado =

2709.9

Figura 87. *Recolección de datos de análisis granulométrico por tamizado.*

Fuente: Elaboración propia.



LUGAR: C.P. Machcas - Distrito de Chavin de Huantar FECHA: 20 de setiembre del 2020
TESISTA: Rosales Rimac Bill Fredy

ENSAYO DE VISCOSIDAD DE MUCÍLAGO DE PENCA DE MAGUEY

TESIS: "Efecto de la adición de poliestireno al 4% 5% y 6%, con sustitución del agua por mucílago de penca de maguey para elaborar un adobe para la construcción de viviendas climatizadas, en el C.P. de Machcas distrito de Chavín de Huántar"

VISCOSIDAD DEL MUCÍLAGO DE LAS PENCAS DE MAGUEY T° AMBIENTE MUESTRA #01

DIAS	DESCRIPCION	Masa g	Radio cm	π	Volumen cm ³	Distancia cm.	Tiempo seg.	Gravedad cm/s ²	Densidad g/cm ³	Velocidad cm/seg	Viscosidad (Poise) (g/(cm-s))
A LOS 3 DIAS	CANICA	5	0.825	3.14	2.351	15	0.46	981	2.127		
	MUCÍLAGO	1086.3			1000				1.086		
A LOS 6 DIAS	CANICA	5	0.825	3.14	2.351	15	0.6	981	2.127		
	MUCÍLAGO	1103.6			1000				1.104		
A LOS 9 DIAS	CANICA	5	0.825	3.14	2.351	15	0.71	981	2.127		
	MUCÍLAGO	1186.2			1000				1.186		
A LOS 12 DIAS	CANICA	5	0.825	3.14	2.351	15	0.82	981	2.127		
	MUCÍLAGO	1220			1000				1.22		
A LOS 153 DIAS	CANICA	5	0.825	3.14	2.351	15	1.32	981	2.127		
	MUCÍLAGO	1398.6			1000				1.399		
A LOS 18 DIAS	CANICA	5	0.825	3.14	2.351	15	1.48	981	2.127		
	MUCÍLAGO	1408.3			1000				1.408		
A LOS 21 DIAS	CANICA	5	0.825	3.14	2.351	15	1.5	981	2.127		
	MUCÍLAGO	1423.5			1000				1.424		
A LOS 25 DIAS	CANICA	5	0.825	3.14	2.351	15	1.32	981	2.127		
	MUCÍLAGO	1425.6			1000				1.426		
A LOS 27 DIAS	CANICA	5	0.825	3.14	2.351	15	1.29	981	2.127		
	MUCÍLAGO	1423.2			1000				1.423		
A LOS 30 DIAS	CANICA	5	0.825	3.14	2.351	15	1.26	981	2.127		
	MUCÍLAGO	1424.5			1000				1.425		
A LOS 33 DIAS	CANICA	5	0.825	3.14	2.351	15	0.97	981	2.127		
	MUCÍLAGO	1427.5			1000				1.428		
A LOS 336 DIAS	CANICA	5	0.825	3.14	2.351	15	0.82	981	2.127		
	MUCÍLAGO	1425.8			1000				1.426		
A LOS 39 DIAS	CANICA	5	0.825	3.14	2.351	15	0.81	981	2.127		
	MUCÍLAGO	1423.4			1000				1.423		
A LOS 42 DIAS	CANICA	5	0.825	3.14	2.351	15	0.5	981	2.127		
	MUCÍLAGO	1426.2			1000				1.426		
A LOS 45 DIAS	CANICA	5	0.825	3.14	2.351	15	0.43	981	2.127		
	MUCÍLAGO	1427.3			1000				1.427		

Figura 88. *Ensayo de viscosidad del mucílago de penca.*

Fuente: Elaboración propia



LUGAR: C.P. Machcas - Distrito de Chavin de Huantar

FECHA: 20 de setiembre del 2020

TESISTA: Rosales Rimac Bill Fredy

Ensayo de absorción

TESIS: "Efecto de la adición de poliestireno al 4% 5% y 6%, con sustitución del agua por mucilago de penca de maguey para elaborar un adobe para la construcción de viviendas climatizadas, en el C.P. de Machcas distrito de Chavin de Huántar"

Ensayo de absorción

% POLIESTIRENO	MUESTRA	Promedio de Dimensiones			Especimen Seco (gr)	Especimen saturado (gr)	Horas sumergidas	Absorción	% promedio (kg/cm ²)
		Largo (cm)	Alto (cm)	Ancho (cm)					
PATRON	1	25	10	13	5245.05				
	2	25	10	13	5360.6				
	3	25	10	13	5423				
	4	25	10	13	5762.04				
4%	1	25	10	13	5054.12				
	2	25	10	13	5064.06				
	3	25	10	13	5021.06				
	4	25	10	13	5082.06				
5%	1	25	10	13	4970.2				
	2	25	10	13	4955.1				
	3	25	10	13	4885.9				
	4	25	10	13	5055				
6%	1	25	10	13	4800				
	2	25	10	13	4895				
	3	25	10	13	4810.3				
	4	25	10	13	4735.5				

Figura 89. *Ensayo de absorción*

Fuente: Elaboración propia



LUGAR: C.P. Machcas - Distrito de Chavin de Huantar

FECHA: 20 de setiembre del 2020

TESISTA: Rosales Rimac Bill Fredy

Ensayo de Compresión en Adobe

TESIS: "Efecto de la adición de poliestireno al 4% 5% y 6%, con sustitución del agua por mucilago de penca de maguey para elaborar un adobe para la construcción de viviendas climatizadas, en el C.P. de Machcas distrito de Chavín de Huántar"

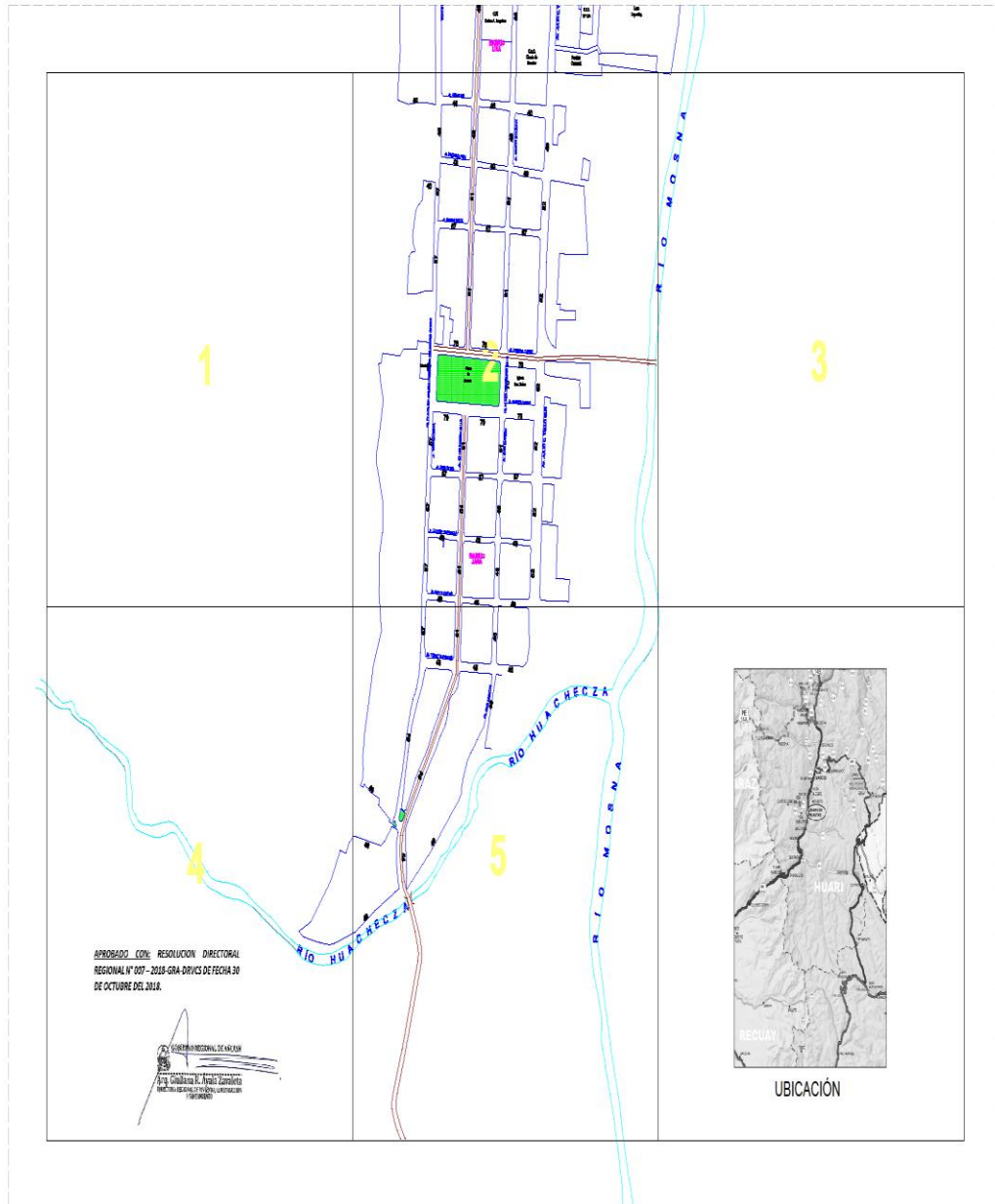
ENSAYO DE COMPRESIÓN A LOS 28 DIAS

% POLIESTIRENO	MUESTRA	Promedio de Dimensiones		Area de contacto (cm ²)	Fuerza (Kg) P.Max	f'o (kg/cm ²)
		Largo (cm)	Ancho (cm)			
PATRON	1	25	15	375		
	2	25	15	375		
	3	25	15	375		
	4	25	15	375		
4%	1	25	15	375		
	2	25	15	375		
	3	25	15	375		
	4	25	15	375		
5%	1	25	15	375		
	2	25	15	375		
	3	25	15	375		
	4	25	15	375		
6%	1	25	15	375		
	2	25	15	375		
	3	25	15	375		
	4	25	15	375		

Figura 90. Ensayo de compresión en adobe a los 28 días.

Fuente: Elaboración propia

Anexos 5. Plano de ubicación y localización



APROBADO CON: RESOLUCIÓN DIRECTORAL REGIONAL N° 007-2018-GRM-DIRVCS DE FECHA 30 DE OCTUBRE DEL 2018.

GOBIERNO REGIONAL DE ANCASH
 Ing. Gabriela D. Argente Zambrano
 Directora Regional de Urbanización y Saneamiento

FORMULADO POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y REGULACIÓN EN VIVIENDA Y URBANISMO
 MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO

PLANO PREDIAL DE VALORES ARANCELARIOS DE TERRENOS URBANOS

DEPARTAMENTO: ANCASH PROVINCIA: HUARI DISTRITO: CHAVIN DE HUANTAR

CONSEJERÍA


1. EL PRESENTE PLANO ES VÁLIDO PARA FINES DE TENDENCIA REINTEGRATIVA DEL N° 10-2018-VIVIENDA.
 2. LOS VALORES ARANCELARIOS QUE SE MUESTRAN EN ESTE PLANO SON PARA AMBOS FRENTES Y LOS QUE SE OBSERVAN EN UN ANÁLISIS DEL PRETE CORRESPONDIENTE.
 3. EL VALOR ARANCELARIO DEBIDO AL VALOR DE LA TERRENO DE LA VIVIENDA, DEBE SER EL VALOR ARANCELARIO DEBIDO AL VALOR DE LA TERRENO DE LA VIVIENDA.
 4. LOS VALORES ARANCELARIOS SON INFORMACIÓN Y NO OBLIGATORIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS DE URBANIZACIÓN.
 5. EL PRESENTE PLANO ES UN INSTRUMENTO DE AYUDA PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS VALORES ARANCELARIOS DE LOS TERRENOS URBANOS.
 6. EL VALOR ARANCELARIO DEBIDO AL VALOR DE LA TERRENO DE LA VIVIENDA, DEBE SER EL VALOR ARANCELARIO DEBIDO AL VALOR DE LA TERRENO DE LA VIVIENDA.
 7. EL VALOR ARANCELARIO DEBIDO AL VALOR DE LA TERRENO DE LA VIVIENDA, DEBE SER EL VALOR ARANCELARIO DEBIDO AL VALOR DE LA TERRENO DE LA VIVIENDA.
 8. EL VALOR ARANCELARIO DEBIDO AL VALOR DE LA TERRENO DE LA VIVIENDA, DEBE SER EL VALOR ARANCELARIO DEBIDO AL VALOR DE LA TERRENO DE LA VIVIENDA.

APROBADO POR: _____
 FECHA: _____
 VIGENCIA: EJERCICIO FISCAL 2019

LAMINA:
A-1

ESCALA: 1:500 (APRIL)

Anexos 6. Certificado de ensayos de laboratorio



GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en campo
Consultoría en Ingeniería Estructural
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078366
RUC N° 10316299652 RNP: C7390 SO386686

Página 1 de 4

CALCULO PARA EL ENSAYO EN CAMPO PARA LA SELECCIÓN DE SUELO

PROYECTO: EFECTO DE LA ADICION DE POLIESTIRENO AL 4%, 6% Y 8%, CON SUSTITUCION DEL AGUA POR MUCILAGO DE PENCA DE MANGUEY PARA ELABORAR UN ADOBE PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS CLIMATIZADAS EN EL C.P. DE MACHCAS, DISTRITO DE CHAWIN DE HUANTAR.

SOLICITANTE: ROSALES RIMAC BILL, FREDY

LUGAR: MACHCAS-CHAWIN DE HUANTAR-ANCASH

PROGRESIVA: -

FECHA: 19/09/2020

291248

TIPO	INDICADORES	MUESTRA N°
Prueba de color Se considera como suelo APTO, al suelo inorgánico	Negro: suelos inorgánicos	NO
	Claros y brillantes orgánicos	SI
	Gris claro, limosos con carbonato cálcico, suelos poco cohesivos	NO
	RESULTADO	APTO
Prueba dental Se considera como suelo APTO, al suelo arenoso	Arenosos partículas duras, rechinan entre los dientes, sensación desagradable	SI
	Limosos: partículas mas pequeñas rechinan solo ligeramente	NO
	RESULTADO	APTO
Prueba olfativa Se considera como suelo APTO, SIN COLOR RANCIO	Olor rancio: suelos orgánicos	NO
	RESULTADO	APTO
Prueba de Brillo Se considera como suelo APTO, al suelo opaco y brillante	Opaco: suelos arenosos	SI
	Mates: limosos con poca arcilla	NO
	Brillantes: arcillosos	SI
	RESULTADO	APTO
Prueba de Enrollado Se considera como APTO, cuando el rollo se rompe al alcanzar un longitus entre los 5 a 15 cm.	El rollo alcanza los 5 cm.	NO
	El rollo alcanza una longitus entre 5 cm a 15 cm..	SI
	El rollo alcanza una longitus mayor a 15 cm.	NO
	RESULTADO	APTO
Prueba de Resistencia seca de la botella Se considera como suelo APTO, cuando el suelo se desmorona en trozos grandes	Se desmorona en trozos grandes	SI
	RESULTADO	APTO
Prueba de La botella Se considera como suelo APTO, al suelo inorgánico	Los rangos deben estar dentro de los indicados en la NORMA (60% arena, 20% arcilla, 20% limo)	SI
	RESULTADO	APTO
Adobes de prueba Se considera como Adobe APTO, si el Adobe no se raja	Los adobes se rajan al secarse	NO
	RESULTADO	APTO
Prueba de flexión Se considera como Adobe APTO, si el Adobe no se agrieta o fisura	El adobe se agrieta o fisura	NO
	RESULTADO	APTO



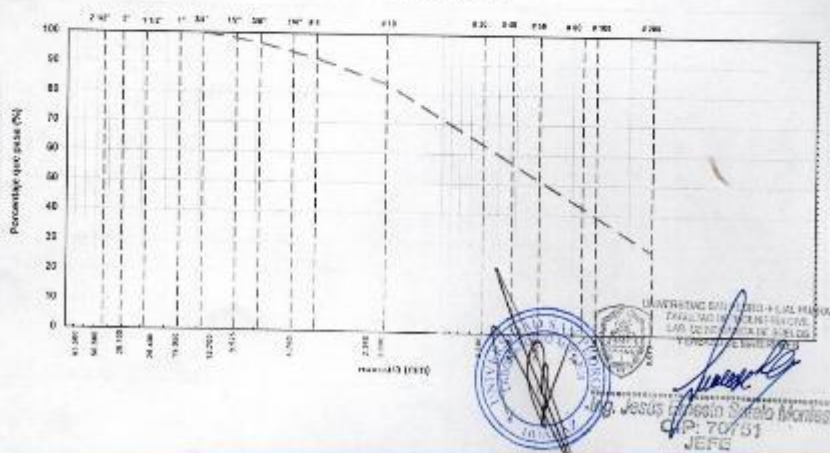

Oficina: Jr. Huascar N° 240 - Huaraz - Telf.: 043506230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geostructure@gmail.com - jbarraza@gmail.com - informes@geostruct.com.pe
www.geostruct.com.pe

010316299652



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO									
(NORMA AASHTO T-27, ASTM D422, MTC E 304)									
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS									
TÍTULO :		"Efecto de la Adición de Poliestireno al 4%, 5% y 6% con Sustitución del Agua por Mucilago de Penco de Magney para Elaborar un Adobe Para la Construcción de Viviendas Climatizadas, en el C.P. de Machos Distrito de Chavín de Huantar"							
SOLICITA :		BACHIL ROSALES RIMAC, Bill Fredy							
ELEMENTO :		SUELOS							
CANTERA :									
PROG. (NM) :									
		HECHO POR :		LAB. USP					
		ING. RESP. :		J. S. N.					
		FECHA :		15-04-20					
DATOS DE LA MUESTRA									
CALCATA :		1		CANTIDAD MUESTRA :		300			
MUESTRA :		01 SUELOS		RESIDUAL :		7.100 g			
RA. :				FRACCIÓN PASA 75µ :		1.980 g			
PROFUND. :									
TAMIZ	ABRTO. (µ)	PESO	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO
2 1/2"	63.50								
2"	50.80								
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0				
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0				
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0				
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0				
20#	850	24.5	1.1	1.1	98.9				
40#	425	46.5	2.1	2.2	97.8				
60#	283	66.0	3.0	3.3	96.7				
80#	190	44.0	2.0	2.3	97.7				
100#	150	191.5	0.3	16.7	83.3				
150#	100	149.0	0.9	23.5	76.5				
200#	75	82.5	4.3	27.8	72.2				
250#	60	121.5	5.8	23.4	76.6				
300#	50	268.0	0.6	43.5	56.5				
350#	43	53.5	2.5	45.4	54.6				
400#	38	60.6	4.1	49.8	50.2				
475#	30	221.5	10.2	60.0	40.0				
500#	30	257.6	12.3	72.3	27.7				
< N° 200	FUNDO	821.0	27.7	100					
FRACCIÓN :		1.980 g							
TOTAL :		2.199.5							

CURVA GRANULOMÉTRICA





LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40
(NORMA: AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

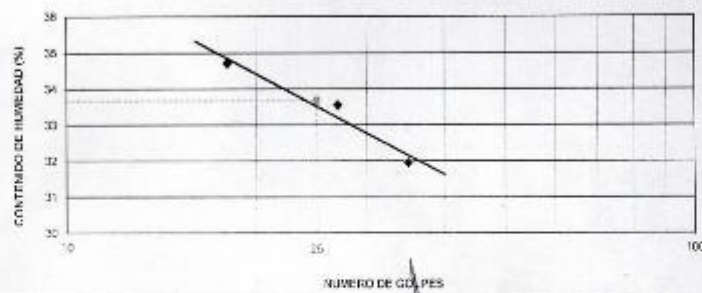
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TEMA:	Efecto de la Adición de Poliestireno al 4%, 5% y 6% con Sustitución de Agua por Mezclón de Penca de Maguay para Elaborar un Adobe Para la Construcción de Viviendas Climatizadas, en el C.P. de Masheza Distrito de Chavin de Huantar *		
SOLICITA:	BACH. ROSALES RIMAC, Bill Fredy		
DISTRITO:	HUARAZ	HECHO:	USP
PROVINCIA:	HUARAZ	FECHA:	18/04/2020
		FORMATO:	

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA:	N° 01	SUELOS	
MUESTRA:	N° 01	SUELOS	
PROF. (m):			

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRIO		23	24	54
PESO TARRIO + SUELO HUMEDO (g)		55.03	57.02	58.18
PESO TARRIO + SUELO SECO (g)		48.95	49.00	50.53
PESO DE AGUA (g)		7.82	7.72	7.35
PESO DEL TARRIO (g)		26.33	25.79	24.58
PESO DEL SUELO SECO (g)		22.53	23.01	23.98
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		34.71	33.55	31.94
NUMERO DE GOLPES		16	27	35

LIMITE PLASTICO				
N° TARRIO		24	3	
PESO TARRIO + SUELO HUMEDO (g)		33.02	32.04	
PESO TARRIO + SUELO SECO (g)		32.70	31.70	
PESO DE AGUA (g)		1.04	0.92	
PESO DEL TARRIO (g)		27.5	25.08	
PESO DEL SUELO SECO (g)		0.63	4.84	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		16.47	17.28	

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	33.67
LIMITE PLASTICO	18.03
INDICE DE PLASTICIDAD	15.64

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS
 ING. JESUS CRISTO ROSALES RIMAC
 CIP: 70751
 JEPS



GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en campo
Consultoría en Ingeniería Estructural
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368
ROC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

TESIS: EFECTO DE LA ADICION DE POLIESTIRENO AL 4%, 5% Y 6%, CON SUSTITUCION DEL AGUA POR MUCILAGO DE PENCA DE MAGUEY PARA ELABORAR UN ADOBE PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS CLIMATIZADAS EN EL C.P. DE MACHCAS, DISTRITO DE CHAVIN DE HUANTAR.

SOLICITANTE: TESISISTA - ROSALES RIMAC BILL FREDY

LUGAR: MACHCAS-CHAVIN DE HUANTAR-ANCASH

FECHA: 20/09/2020

Ensayo de absorción

Ensayo de absorción

% POLIESTIRENO	MUESTRA	Promedio de Dimensiones			Especimen seco (gr)	Especimen saturado (gr)	Horas sumergidas	Absorción	% promedio (g/cm ²)
		Largo (cm)	Alto (cm)	Ancho (cm)					
PATRON	1	25	10	13	5245.05	-	0	NO RESISTE	0
	2	25	10	13	5360.6	-	0	NO RESISTE	
	3	25	10	13	5423	-	0	NO RESISTE	
	4	25	10	13	5762.04	-	0	NO RESISTE	
4%	1	25	10	13	5054.12	-	0	NO RESISTE	0
	2	25	10	13	5064.06	-	0	NO RESISTE	
	3	25	10	13	5021.06	-	0	NO RESISTE	
	4	25	10	13	5082.06	-	0	NO RESISTE	
5%	1	25	10	13	4970.2	5373.2	24 h	8.11	8.07%
	2	25	10	13	4955.1	5367.1	24 h	8.31	
	3	25	10	13	4895.9	5269.9	24 h	7.86	
	4	25	10	13	5055	5460	24 h	8.01	
6%	1	25	10	13	4800	5086	24 h	5.96	5.28%
	2	25	10	13	4895	5149	24 h	5.19	
	3	25	10	13	4810.3	5009.3	24 h	4.14	
	4	25	10	13	4735.5	5011.5	24 h	5.83	



[Handwritten signature]

Rosalés Rimac Bill Fredy

Oficina: Jr. Hualcán N° 240 - Huaraz - Tel.: 043509230 - 043048865 - 042918776 - WhatsApp: 043048865 - 042918776
Email: geoestructura@gmail.com - jbarreto@gmail.com - informes@geostruct.com.pe
www.geostruct.com.pe



GEOSTRUCT
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos
Control de calidad en campo
Consultoría en Ingeniería Estructural
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368
RUC N° 10316299652 RNP: C7390 SO386686

TESIS: EFECTO DE LA ADICIÓN DE POLIESTIRENO AL 4%, 5% Y 6%, CON SUSTITUCIÓN DEL AGUA POR MUCÍLAGO DE PENCA DE MAGUEY PARA ELABORAR UN ADOBE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS CLIMATIZADAS EN EL C.P. DE MACHCAS, DISTRITO DE CHAVIN DE HUANTAR.

SOLICITANTE: TESISISTA - ROSALES HIMAC BILL FREDY

LUGAR: MACHCAS-CHAVIN DE HUANTAR-ANCASH

FECHA: 13/09/2020

ENSAYO DE VISCOSIDAD DE MUCÍLAGO DE

VISCOSIDAD DEL MUCÍLAGO DE LAS PENCAS DE

DIAS	DESCRIPCION	Masa g	Radio cm	%	Volumen cm ³	Distancia cm	Tiempo seg.	Gravedad cm/s ²	Densidad g/cm ³	Velocidad cm/seg	Viscosidad (Poise) (g/(cm·s))
A LOS 3 DIAS	CANICA	5	0.825	3.14	2.351	15	0.46	981	2.127	32.609	4.735
	MUCÍLAGO	1086.3			1000				1.086		
A LOS 6 DIAS	CANICA	5	0.825	3.14	2.351	15	0.6	981	2.127	25	6.073
	MUCÍLAGO	1103.6			1000				1.104		
A LOS 9 DIAS	CANICA	5	0.825	3.14	2.351	15	0.71	981	2.127	21.127	6.606
	MUCÍLAGO	1186.2			1000				1.186		
A LOS 12 DIAS	CANICA	5	0.825	3.14	2.351	15	0.82	981	2.127	18.293	7.356
	MUCÍLAGO	1220			1000				1.22		
A LOS 153 DIAS	CANICA	5	0.825	3.14	2.351	15	1.32	981	2.127	11.364	9.509
	MUCÍLAGO	1398.6			1000				1.399		
A LOS 18 DIAS	CANICA	5	0.825	3.14	2.351	15	1.48	981	2.127	10.135	10.52
	MUCÍLAGO	1408.3			1000				1.408		
A LOS 21 DIAS	CANICA	5	0.825	3.14	2.351	15	1.5	981	2.127	10	10.436
	MUCÍLAGO	1423.5			1000				1.424		
A LOS 25 DIAS	CANICA	5	0.825	3.14	2.351	15	1.32	981	2.127	11.364	9.156
	MUCÍLAGO	1425.6			1000				1.426		
A LOS 27 DIAS	CANICA	5	0.825	3.14	2.351	15	1.29	981	2.127	11.628	8.754
	MUCÍLAGO	1423.2			1000				1.423		
A LOS 30 DIAS	CANICA	5	0.825	3.14	2.351	15	1.26	981	2.127	11.905	6.71
	MUCÍLAGO	1424.5			1000				1.425		
A LOS 33 DIAS	CANICA	5	0.825	3.14	2.351	15	0.97	981	2.127	15.464	5.686
	MUCÍLAGO	1427.5			1000				1.428		
A LOS 336 DIAS	CANICA	5	0.825	3.14	2.351	15	0.82	981	2.127	18.293	5.636
	MUCÍLAGO	1425.8			1000				1.426		
A LOS 39 DIAS	CANICA	5	0.825	3.14	2.351	15	0.81	981	2.127	18.519	3.465
	MUCÍLAGO	1423.4			1000				1.423		
A LOS 42 DIAS	CANICA	5	0.825	3.14	2.351	15	0.5	981	2.127	30	2.976
	MUCÍLAGO	1426.2			1000				1.426		
A LOS 45 DIAS	CANICA	5	0.825	3.14	2.351	15	0.43	981	2.127	34.884	2.54
	MUCÍLAGO	1427.3			1000				1.427		

Oficina: Jr. Huáscar N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776
Email: geostructure@gmail.com - jbaratop@gmail.com - informee@geostruct.com.pe
www.geostruct.com.pe

Machcas-Chavin de Huantar - Ancash

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH. ROSALES RIMAC, Bill Fredy

TESIS : "Efecto de la Adición de Poliestireno al 4%, 5% y 6% con Sustitución del Agua por Macilago de Penca de Maguey para Elaborar un Adoño Para la Construcción de Viviendas Climatizadas, en el C.P. de Macleas Distrito de Chavín de Huancar"

FECHA : 16/09/2020

Nº	TESTIGO	PROGRESIVA	SLUMP	FECHA		EDAD	FC
				MOLDEO	ROTURA		
1	ADOBE PATRON	-	-	18/08/2020	15/09/2020	28	12.18
2	ADOBE PATRON	-	-	18/08/2020	15/09/2020	28	12.31
3	ADOBE PATRON	-	-	18/08/2020	15/09/2020	28	12.06
4	ADOBE PATRON	-	-	18/08/2020	15/09/2020	28	12.39
PROMEDIO							12.24

ESPECIFICACIONES:
OBSERVACIONES :

El ensayo responde a la norma ASTM D 39
Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado



 Ing. José Antonio Espino Morales
 CIP: 70731
 JEFC

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH. ROSALES RIMAC, Bill Fredy

TESIS : "Efecto de la Adición de Poliestireno al 4%, 5% y 6% con Sustitución del Agua por Maciligo de Peña de Magney para Elaborar un Adobe Para la Construcción de Viviendas Climatizadas, en el C.P. de Mañicas (Distrito de Chayta de Huancayo)"

FECHA : 16/09/2020

Nº	TESTIGO ELEMENTO	PROGRESIVA KIM.	SLUMP (*)	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm2
				MOLDEO	ROTURA		
1	ADOBES 4% DE POLIESTIRENO	-	-	18/08/2020	15/09/2020	28	20.19
2	ADOBES 4% DE POLIESTIRENO	-	-	18/08/2020	15/09/2020	28	22.14
3	ADOBES 4% DE POLIESTIRENO	-	-	18/08/2020	15/09/2020	28	21.34
4	ADOBES 4% DE POLIESTIRENO	-	-	18/08/2020	15/09/2020	28	22.54
PROMEDIO							21.54

ESPECIFICACIONES:
OBSERVACIONES:

El ensayo responde a la norma ASTM c-39
Los testigos fueron elaborados y trabajados en este laboratorio por el interesado



 Ing. Jesús Ernesto Sureda Acosta
 CIP: 72751
 JEFG

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA: BACH. ROSALES RIMAC, Bill Fredy

TESIS: "Efecto de la Adición de Poliestireno al 4%, 5% y 6% con Sustitución del Agua por Mucilago de Penca de Maguey para Elaborar un Adobe Para la Construcción de Viviendas Climatizadas, en el C.P. de Machera Distrito de Chavin de Huantar"

FECHA: 16/09/2020

Nº	TESTIGO ELEMENTO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm2
				MOLDEO	ROTURA		
1	ADobe 4% DE POLIESTIRENO	-	-	18/08/2020	15/09/2020	28	25.80
2	ADobe 5% DE POLIESTIRENO	-	-	18/08/2020	15/09/2020	28	26.10
3	ADobe 5% DE POLIESTIRENO	-	-	18/08/2020	15/09/2020	28	25.90
4	ADobe 5% DE POLIESTIRENO	-	-	18/08/2020	15/09/2020	28	26.50
PROMEDIO							26.08

ESPECIFICACIONES:
OBSERVACIONES:

El ensayo responde a la norma ASTM c-26
Los testigos fueron elaborados y tratados en el laboratorio de interés



Ing. Jesús Ernesto Soto Montes
C.P. 70751
JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH, ROSALES RIMAC, Bill Fredy

TESIS : Efecto de la Adición de Poliestireno al 1%, 3% y 6% con Sustitución del Agua por Mucilago de Pesca de Maguay para Elaborar un Adobe Para la Construcción de Viviendas Climatizadas, en el C.P. de Machacas Distrito de Chavin de Huancar *

FECHA : 16/09/2020

Nº	TESTIGO	PROGRESIVA	SLUMP	FECHA		EDAD	FC
	ELEMENTO	KM.	(*)	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2
1	ADOBES 6% DE POLIESTIRENO	-	-	18/08/2020	15/09/2020	28	29.80
2	ADOBES 6% DE POLIESTIRENO	-	-	18/08/2020	15/09/2020	28	30.10
3	ADOBES 6% DE POLIESTIRENO	-	-	18/08/2020	15/09/2020	28	28.90
4	ADOBES 6% DE POLIESTIRENO	-	-	18/08/2020	15/09/2020	28	28.10
PROMEDIO							29.23

ESPECIFICACIONES:

El ensayo responde a la norma ASTM c-39

OBSERVACIONES:

Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado



 GOBIERNO REGIONAL HUANCAHUASI
 DIRECCIÓN REGIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO REGIONAL DE ENSAYOS DE MATERIALES
 Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montes
 C.I. 70751
 MEFH



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL

"Año de la Universalización de la Salud"

Huaraz, 14 de setiembre de 2020.

SEÑOR:
Ing. José Carlos Díaz Rosado
Facultad de Ciencias
Universidad Nacional de Ingeniería
Presente-

ASUNTO: Solicito apoyo para el desarrollo de ensayo de conductividad térmica

Tengo a bien dirigirme a usted para saludarlo cordialmente y al mismo tiempo solicitar apoyo, al bachiller **ROSALES RIMAC BILL FREDY**, con DNI : 48392205, del Programa de Estudios de Ingeniería Civil, para el ensayo de **CONDUCTIVIDAD TÉRMICA** para el informe final para el tema de Tesis ha elaborarse titulada **"EFECTO DE LA ADICIÓN DE POLIESTIRENO AL 4%,5% Y 6%, CON SUSTITUCIÓN DEL AGUA POR MUCHILAGO DE PENCA DE MAGUEY PARA ELABORAR UN ADOBE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS CLIMATIZADAS , EN EL C.P DE MACHCAS DISTRITO DE CHAVÍN DE HUÁNTAR"**, con el objetivo de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Agradeciéndole anticipadamente por su valioso apoyo en la formación de nuestros futuros profesionales, aprovecho la oportunidad para testimoniarle mi consideración y estima.

Adjunto:
• Resolución de designación de asesor

Atentamente:

.....
Mg. MEJÍA ONCOY ELENICIO M.
DNI: 17935160
ASESOR

*Ensayo realizado
Dr José Carlos DIAZ ROSADO

7/5/09/20*

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y CIENCIAS (UNI)

SOLICITANTE : ROSALES RIMAC BILL FREDY
DNI : 48392205
UNIVERSIDAD : SAN PEDRO - HUARAZ
INVESTIGACIÓN : "EFECTO DE LA ADICIÓN DE POLIESTIRENO AL 4%,5% Y 6%, CON SUSTITUCIÓN DEL AGUA POR MUCILAGO DE PENCA DE MAGUEY PARA ELABORAR UN ADOBE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS CLIMATIZADAS, EN EL C.P DE MACHCAS DISTRITO DE CHAVÍN DE HUÁNTAR"
ESPECIMEN : ADOBE
DIMENSIONES : 250 mm x 130 mm x 100 mm
NORMA : El equipo trabaja bajo la norma ASTM D7984

PARAMETROS DEL EQUIPO

El sistema TCI mide la conductividad térmica (k, [W/mk]) y la efusividad de los materiales de forma directa. El equipo Utiliza un sensor de reflectancia del calor de un solo lado, interfacial, que aplica una fuente de calor constante y momentánea a la muestra.

El sistema se compone de un sensor, la electrónica de control y el software de computadora.

RESULTADOS:

MUESTRA	k (W/mk) 1	k (W/mk) 2	k (W/mk) 3	PROMEDIO k (W/mk) 1
PATRON	0.17725315	0.17660005	0.17714871	0.17700064
EXP. 4%	0.12804601	0.12615711	0.12889764	0.12770025
EXP. 5%	0.11211779	0.11032224	0.11295224	0.11179742
EXP. 6%	0.09562381	0.09248637	0.09539158	0.09450059

JEFE DE LABORATORIO: Dr. José Carlos Díaz Rosado



Figura 1 : Equipo Desarrollo thermal conductivity instrument para los ensayos

Dr José Carlos Díaz Rosado
Fac Ciencias - UNI

Lima 16 de Setiembre 2020