

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Influencia del cemento portland tipo IP en las
propiedades del adobe comprimido artesanalmente
en San Jerónimo - Cusco en el año 2021**

Elvis Vargas Saire

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2021

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios, por permitirme estar con vida, llegar a esta etapa, de culminación de esta meta académica y profesional.

A mis padres Antonina y Gregorio, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; por ser mi mano derecha, por estar presentes siempre, y mucho más cuando los he necesitado.

A mi familia; a mi hermana Marisol, por tener paciencia y apoyarme incondicionalmente; a su esposo Amilcar, que siempre está presto a ayudar sin duda alguna en lo que necesito; a mi sobrino Max Darwin, quien también me apoya con palabras que dan fuerza ante cualquier adversidad.

A la Universidad Continental por darme la oportunidad de poder conseguir una meta y poder culminarla satisfactoriamente, por brindarme apoyo en los procesos, por permitirme conocer dentro de esta Institución personas como mi asesor Magister Jorge Aurelio quien supo guiarme en las etapas de la elaboración de tesis.

Al Ing. Eigner Roman, por la colaboración brindada y darme pautas durante mi proceso de tesis.

Y a una persona especial, por tenerme paciencia y darme fuerzas para continuar y no rendirme en el camino.

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

Dios por ser mi guía espiritual en este largo camino, gracias a él superé momentos difíciles y me levanté para culminar con éxito.

La Virgen del Carmen por brindarme su bendición a diario y acompañarme en cada instante, porque sé que siempre escucha mis peticiones y me reconforta cada momento.

Mis Padres Antonina y Gregorio quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir un sueño más, gracias por inculcar en mi el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

Mi hermana Marisol por su cariño y apoyo incondicional, durante este proceso, por estar en todo momento, por brindarme valiosos consejos y palabras de aliento, los cuales hicieron de mi una mejor persona.

Mi maravillosa familia, por estar siempre presente en cada momento importante de mi vida. Por su apoyo para seguir cumpliendo mis metas e impulsarme durante mis años de formación profesional, porque con sus palabras me ayudaron a continuar cuando había dificultades, pero con ellos es posible conseguir esta anhelada carrera.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE ESTUDIO	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	1
1.1.1. Planteamiento del problema	1
1.1.2. Formulación del problema.....	5
1.2. Determinación de objetivos	8
1.2.1. Objetivo general.....	8
1.2.2. Objetivos específicos	9
1.3. Justificación e importancia del estudio	9
1.3.1. Justificación teórica	9
1.3.2. Justificación aplicada o práctica	9
1.3.3. Justificación académica	9
1.3.4. Justificación social.....	10
1.4. Hipótesis y descripción de variables	10
1.4.1. Hipótesis.....	10
1.4.3. Descripción de variables.....	11
CAPÍTULO II. MARCO TEORICO	13
2.1. Antecedentes de la investigación	13
2.1.1. Antecedentes internacionales	13
2.1.2. Antecedentes a nivel nacional	14
2.2. Bases teóricas	16
2.2.1. Adobe	16
2.2.2. Prensa Cinva Ram.....	19
2.2.3. Propiedades mecánicas.....	20
2.2.4. Requisitos para la elaboración del bloque de adobe estabilizado y compactado.....	21

2.2.5. Propiedades a evaluar en el bloque de adobe estabilizado y compactado	22
2.2.6. Ensayo de erosión acelerada.....	25
2.2.7. Ensayo Proctor Modificado, determinación de la relación densidad seca- humedad en los suelos.....	26
2.2.8. Cemento.....	27
2.3. Definición de términos básicos.....	29
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	32
3.1. Método y alcance de la investigación.....	32
3.1.1. Según su aplicación.....	32
3.1.2. Según su fin.....	32
3.2. Diseño de la investigación	32
3.3. Población y muestra	33
3.3.1. Población.....	33
3.3.2. Muestra	34
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	34
3.4.1. Técnicas e instrumentos de Investigación	34
3.4.2. Instrumentos de recolección de datos.....	35
3.4.3. Validez de instrumentos de investigación	42
3.4.4. Procedimiento de recolección de datos	59
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	92
4.1. Resultados de la pruebas de laboratorio.....	92
4.1.1. Resultados de encuesta de elaboración de adobe tradicional.....	92
4.1.2. Resultados de las pruebas de campo	92
4.1.3. Pruebas de consistencia (límites líquido y plástico)	92
4.1.4. Resultados del ensayo de granulometría.....	93
4.1.5. Resultados del ensayo de compactación.....	96
4.1.6. Resultados del ensayo a la compresión de adobes	101
4.1.7. Resultados del ensayo de resistencia a la erosión acelerada (SAET).....	105
4.2. Prueba de hipótesis	110
4.2.1. Primera hipótesis secundaria.....	110
4.2.2. Segunda hipótesis secundaria	110
4.2.3. Tercera hipótesis secundaria	111
4.2.4. Contrastación de hipótesis.....	112
4.3. Discusión de resultados	115

4.3.1. Discusión 1. Con respecto a los ensayos de laboratorio de las unidades adobe comprimidos	115
4.3.2. Discusión 2. Con respecto a los aportes que se lograron obtener en la investigación.....	116
CONCLUSIONES.....	118
RECOMENDACIONES.....	121
BIBLIOGRAFÍA.....	122
ANEXOS.....	128
ANEXO A. MATRIZ DE CONSISTENCIA	129
ANEXO B. FICHAS DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS, FORMATO DE VALIDACION DE CRITERIOS DE EXPERTOS Y FICHAS DE RECOLECCION DE DATOS	130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos históricos del tiempo en Cusco	6
Tabla 2. Operacionalización de variables	12
Tabla 3. Cuadro comparativo de las resistencias a compresión de algunas técnicas de construcción.....	21
Tabla 4. Diseño- de posprueba para un patrón y varias combinaciones	33
Tabla 5. Formato de encuesta a obreros que elaboran adobe tradicional.....	36
Tabla 6. Formato de prueba de campo - prueba de olor y mordedura	37
Tabla 7. Formato de prueba de campo - prueba de color y tacto	38
Tabla 8. Formato de prueba de campo - prueba de brillo y sedimentación	39
Tabla 9. Formato de prueba de campo - prueba de cintilla y caída de la esfera de barro	40
Tabla 10. Formato de prueba de campo - prueba de resistencia seca de la bola y lavado de manos	41
Tabla 11. Formato de ensayo de límite de líquido	42
Tabla 12. Formato de ensayo de límite plástico.....	42
Tabla 13. Formato de ensayo de análisis granulométrico	43
Tabla 14. Formato para el cálculo de peso específico seco máximo del suelo para elaborar el adobe comprimido.....	44
Tabla 15. Tabla de resultados (contenido de humedad optimo y densidad seca máxima) en base a la curva de compactación.	45
Tabla 16. Ficha de recolección de datos del ensayo de resistencia a la compresión (al 0 %, 4 %, 10 % y 16 % de cemento).....	46
Tabla 17. Ficha de recolección de datos para el ensayo de resistencia a la erosión por goteo - erosión acelerada Swinburne (al 0 %, 4 %, 10 % y 16% de cemento).....	47
Tabla 18. Juicio de expertos.....	47
Tabla 19. Formato de validación de criterios - Experto 1 (peso específico)	48
Tabla 20. Formato de validación de criterios - Experto 1 (resistencia a la compresión) ...	49
Tabla 21. Formato de validación de criterios - Experto 1 (resistencia a la erosión por goteo)	50
Tabla 22. Formato de validación de criterios - Experto 2 (peso específico)	51
Tabla 23. Formato de validación de criterios - Experto 2 (resistencia a la compresión) ...	52

Tabla 24. Formato de validación de criterios - Experto 2 (resistencia a la erosión por goteo)	53
Tabla 25. Formato de validación de criterios - Experto 3 (peso específico)	54
Tabla 26. Formato de validación de criterios - Experto 3 (resistencia a la compresión) ...	55
Tabla 27. Formato de Validación de Criterios – Experto 3 (Resistencia a la erosión goteo)	56
Tabla 28. Resultados de validez por juicio de expertos	57
Tabla 29. Tabla para la interpretación de la V de Aiken ⁴⁹	57
Tabla 30. Tabla resumen de evaluación de ficha de recolección de datos del peso específico máximo	57
Tabla 31. Tabla resumen de evaluación de ficha de recolección de datos del ensayo de compresión simple (resistencia a la compresión)	58
Tabla 32. Tabla resumen de evaluación por ítems de cada experto	58
Tabla 33. Encuesta elaborada a obreros que elaboran adobe tradicional.....	61
Tabla 34. Recolección de datos de prueba de campo - prueba de olor y mordedura.....	64
Tabla 35. Recolección de datos de prueba de campo - prueba de color y tacto	66
Tabla 36. Recolección de datos de prueba de campo – Prueba de brillo y sedimentación.....	68
Tabla 37. Recolección de datos de prueba de campo - Prueba de cintilla y caída de la esfera de barro	70
Tabla 38. Recolección de datos de prueba de campo - prueba de cintilla y caída de la esfera de barro	72
Tabla 39. Recolección de datos de las pruebas de laboratorio y de límite líquido.....	73
Tabla 40. Recolección de datos de ensayo de laboratorio y de límite plástico.....	75
Tabla 41. Recolección de datos de análisis granulométrico por tamizado	79
Tabla 42. Resultado del ensayo de límite líquido.....	93
Tabla 43. Resultados del ensayo de límite plástico	94
Tabla 44. Resultados del ensayo de análisis granulométrico por tamizado	95
Tabla 45. Resultados del ensayo de compactación con 0 % de cemento.....	96
Tabla 46. Resultados del ensayo de compactación con 4 % de cemento.....	97
Tabla 47. Resultados del ensayo de compactación con 10 % de cemento.....	98
Tabla 48. Resultados del ensayo de compactación con 16 % de cemento.....	99
Tabla 49. Resumen de ensayo de compactación	100
Tabla 50. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de unidades de adobe (cubos de adobe) con 0 % de cemento	102

Tabla 51. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de unidades de adobe (cubos de adobe) con 4 % de cemento	103
Tabla 52. Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión de unidades de adobe (cubos de adobe) con 10% de cemento	104
Tabla 53. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de unidades de adobe (cubos de adobe) con 16 % de cemento	105
Tabla 54. Resumen de adobes comprimidos.....	107
Tabla 55. Resistencia a la erosión. Criterios de aceptación o rechazo	107
Tabla 56. Resultados del ensayo de resistencia a la erosión por goteo (SAET) de unidades de adobe con 0 % de cemento	108
Tabla 57. Resultados del ensayo de resistencia a la erosión por goteo (SAET) de unidades de adobe con 4 % de cemento	108
Tabla 58. Resultados del ensayo de resistencia a la erosión por goteo (erosión acelerada SAET) de unidades de adobe con 10 % de cemento.....	109
Tabla 59. Resultados del ensayo de resistencia a la erosión por goteo (erosión acelerada SAET) de unidades de adobe con 16 % de cemento.....	109
Tabla 60. Resumen del ensayo de resistencia a la erosión por goteo (erosión acelerada - SAET)	109
Tabla 61. Resumen de ensayo de compactación	110
Tabla 62. Resumen de adobes comprimidos.....	111
Tabla 63. Resumen del ensayo de resistencia a la erosión por goteo (SAET).....	111
Tabla 64. Análisis de normalidad de los resultados de resistencia a la compresión de unidades de adobe (cubos de adobe) a los 30 días	112
Tabla 65. Análisis de prueba de homogeneidad de varianzas	113
Tabla 66. Análisis de ANOVA de un factor	113
Tabla 67. Análisis de pruebas robustas de igualdad de medias.....	113
Tabla 68. Análisis de normalidad de los resultados de resistencia a la erosión por goteo (resistencia a la erosión acelerada Swinburne) de unidades de adobe a los 30 días	114
Tabla 69. Análisis de prueba de homogeneidad de varianzas	115
Tabla 70. Resumen de los ensayos de compactación	118
Tabla 71. Resumen de ensayos de compresión de los adobes comprimidos	119
Tabla 72. Resumen del ensayo de resistencia a la erosión por goteo	119
Tabla 73. Proporciones de material usados para realizar los adobes comprimidos	120

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Viviendas afectadas por el terremoto de 2005, en la ciudad de Lamas.....	2
Figura 2. Casas afectadas por el terremoto de Lamas, en el 2005.	3
Figura 3. Vivienda afectada por el terremoto de 2005, donde se necesita restaurar tapias.	3
Figura 4. Efectos de la inundación en el distrito de Sangarará, en Cusco (2018).....	4
Figura 5. Viviendas afectadas por el sismo de 2014 (Misca, Paruro, región Cusco).	4
Figura 6. Deterioro por intemperismo (meteorización).	4
Figura 7. Elaboración del adobe tradicional en el distrito de San Jerónimo, Cusco (2019).	7
Figura 8. Muro de adobes construido sin dirección técnica en San Jerónimo (2019).	7
Figura 9. Flujograma de elaboración de adobes artesanales.	8
Figura 10. Adobe.	17
Figura 11. Prensa Cinva Ram.	19
Figura 12. Compresión sobre la unidad de albañilería.	23
Figura 13. Equipo de ensayo de erosión acelerada.	25
Figura 14. Curva de humedad y densidad seca.	27
Figura 15. Curva de compactación.	45
Figura 16. Mapa del Cusco.	59
Figura 17. Sector Pillao Matao.	60
Figura 18. Obreros que fabrican adobes tradicionales.	60
Figura 19. Muestras de suelos con los que se hizo las pruebas de campo.	62
Figura 20. Prueba de olor.	62
Figura 21. Prueba de la 'mordedura'.	63
Figura 22. Prueba de color.	65
Figura 23. Prueba de tacto.	65
Figura 24. Prueba de brillo.	66
Figura 25. Prueba de sedimentación (muestras antes de la sedimentación).	67
Figura 26. Prueba de sedimentación.	67
Figura 27. Prueba de cintilla.	69
Figura 28. Prueba de la caída de la esfera de barro.	69
Figura 29. Prueba de la caída de la resistencia seca de la esfera de barro.	70
Figura 30. Prueba de lavado de manos.	71
Figura 31. Ensayo de límite líquido.	73

Figura 32. Ensayo de límite plástico.	74
Figura 33. Preparación del espécimen.....	76
Figura 34. Compactación del espécimen.	76
Figura 35. Pesado de espécimen y retira de muestras para determinar contenido de humedad.....	77
Figura 36. Análisis granulométrico por tamizado.....	78
Figura 37. Pesado de porcentaje de cemento.....	80
Figura 38. Separación de piedras mayores a 5 mm y otros materiales extraños.....	80
Figura 39. Preparación del barro con adición de agua.	81
Figura 40. Mezcla del suelo con cemento.	81
Figura 41. Golpes en cada capa.	82
Figura 42. Proceso de mezclado y colocación de mezcla en la máquina de compresión.	82
Figura 43. Proceso de compresión del adobe.....	83
Figura 44. Limpieza del molde metálico de la máquina.....	83
Figura 45. Adobe comprimido de diferentes dosis de cemento para su almacenamiento.	84
Figura 46. Adobe que estuvieron almacenados y cubiertos bajo sombra.....	84
Figura 47. Adobes luego de 30 días de fabricación.	85
Figura 48. Corte de adobes comprimidos.	85
Figura 49. Medida de cubos de adobe.....	86
Figura 50. Colocación del cubo de adobe en la máquina de compresión.....	86
Figura 51. Ensayo de compresión a cubos de adobe comprimido.	87
Figura 52. Toma de datos y limpieza de máquina de compresión.....	87
Figura 53. Flujograma del ensayo de compresión.....	88
Figura 54. Colocación del adobe sobre la base de madera para realizar el ensayo de erosión acelerada.	89
Figura 55. Equipo con presión de agua ya graduada.	89
Figura 56. Goteo constante de agua sobre el adobe comprimido.	90
Figura 57. Medición de la oquedad sobre el adobe comprimido.	90
Figura 58. Flujograma de ensayo de resistencia a la erosión por goteo.....	91
Figura 59. Ensayo de límite líquido.	93
Figura 60. Gráfico del ensayo de análisis granulométrico por tamizado.....	95
Figura 61. Curva de compactación con 0% de cemento.	97
Figura 62. Curva de compactación con 4 % de cemento.	98

Figura 63. Curva de compactación con 10 % de cemento.	99
Figura 64. Curva de compactación con 16 % de cemento.	100
Figura 65. Resumen del ensayo de compactación.....	100
Figura 66. Resumen del ensayo de compresión de adobes.....	107
Figura 67. Gráfico resumen ensayo a la resistencia a la erosión por goteo (SAET).....	110
Figura 68. Prueba de Kruskal-Wallis.....	116

RESUMEN

La investigación tiene como objetivo principal evaluar la influencia de la adición del cemento Portland tipo IP en las propiedades del adobe andino comprimido artesanalmente en el distrito de San Jerónimo, del departamento de Cusco, en el 2021. Para ello, se utilizaron pruebas de campo y laboratorio; se recolectó información y en el análisis del suelo (como materia prima), se realizaron ensayos de límites de plasticidad, granulometría y compactación Proctor. Asimismo, con el adobe comprimido seco a los 30 días, se realizaron ensayos de compresión axial y erosión por goteo (erosión acelerada Swinburne SAET).

La muestra estuvo conformada por 80 unidades de adobe comprimido, 20 sin adición de cemento IP y 60 con adición de cemento (al 4 %, 10 % y 16 %). Según los resultados, los adobes comprimidos con adición de cemento tipo IP –en los porcentajes mencionados– pueden ser utilizados como unidad de albañilería de tierra seca, debido a que se encuentran sobre el mínimo de 10.2 kgf/cm². Asimismo, de acuerdo con la resistencia a la erosión por goteo obtenida mediante el ensayo de erosión acelerada de Swinburne (SAET), los adobes comprimidos con cemento son aptos de utilizarse, ya que la oquedad producida por las pruebas referidas es mínima. De esa manera, se concluyó que el tipo de suelo SC es un material apto para la elaboración de adobes, mezclados con cemento IP.

PALABRAS CLAVES: Adobe comprimido, cemento Portland IP, compresión axial, erosión por goteo.

ABSTRACT

The main objective of the research is to evaluate the influence of the addition of IP-type Portland cement on the properties of compressed Andean adobe by hand in the district of San Jeronimo, in the department of Cusco, in 2021. For this, field tests and laboratory; Information was collected and in the analysis of the soil (as raw material), plasticity limits, granulometry and Proctor compaction tests were carried out. Likewise, with dry compressed adobe after 30 days, axial compression and drip erosion tests (Swinburne SAET accelerated erosion) were carried out.

The sample consisted of 80 units of compressed adobe, 20 without the addition of IP cement and 60 with the addition of cement (4%, 10% and 16%). According to the results, the compressed adobes with the addition of cement type IP –in the mentioned percentages– can be used as a dry land masonry unit, since they are above the minimum of 10.2 kgf/cm². Likewise, according to the resistance to drip erosion obtained by means of the Swinburne accelerated erosion test (SAET), compressed bricks with cement are suitable for use, since the hollowness produced by the tests is minimal. In this way, it was concluded that the type of SC soil is a suitable material for the elaboration of adobes, mixed with IP cement.

KEY WORDS: Compressed adobe, IP Portland cement, axial compression, drip erosion.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo –realizado a partir de La Norma Técnica Peruana E.080–, se estudiaron las propiedades físicas y mecánicas de adobes comprimidos mediante la aplicación de dos gatas hidráulicas de dos toneladas cada una, y estabilizados con cemento Portland tipo IP al 4 %, 10 % y 16 %. Estas unidades de albañilería de tierra cruda se denominarán adobe comprimido mejorado con aglomerante de cemento.

Las dimensiones del adobe estudiado fueron 40 cm x 20 cm x 10 cm. Los adobes comprimidos y estabilizados con cemento serán empleados como una alternativa que mejore la calidad de las viviendas construidas con dicho material; además de ser más baratos y por consiguiente estar al alcance de los pobladores de bajos recursos, especialmente de las zonas altoandinas. El estabilizante utilizado para la elaboración de adobe comprimido y mejorado es el cemento más común que se puede encontrar en cualquier ferretería de la ciudad del Cusco y provincias, aunque a la vez es el material con mayor costo frente a otros como la arcilla, el limo o la arena. Por esa razón, en este estudio se busca optimizar la menor dosificación de cemento que mejore las propiedades del adobe.

En los ensayos se realizaron pruebas de compactación Proctor modificado, para encontrar la cantidad precisa de agua (contenido óptimo de humedad CHO) que permita la obtención de un adobe con peso específico tras un secado máximo de 30 días. Tras ese lapso, se sometió al adobe a ensayos de compresión axial y acelerada de Swinburne (SAET) para evidenciar la mejora de su resistencia a la compresión y a la erosión por goteo.

El empleo de adobes tradicionales o mejorados es muy importante para la disminución del impacto ambiental producido, por ejemplo, en la elaboración de ladrillos de arcilla artesanales, cuyos hornos de cocción contaminan el aire y usan como insumos árboles y llantas.

Este estudio se limita a la unidad de albañilería de suelo crudo o adobe, y solo pretende mejorar las propiedades mecánicas como es la resistencia a la compresión y la erosión, más no así la resistencia a la tracción diagonal de un murete, ni la compresión de pilas de adobe.

La presente investigación se desarrolla a lo largo de los siguientes cuatro capítulos:

En el Capítulo I, se explican el planteamiento y formulación del problema, los objetivos, la justificación, las hipótesis y descripción de variables; en el Capítulo II, los antecedentes de

la investigación, las bases teóricas y la definición de términos básicos. En el Capítulo III, se desarrollan el método, el enfoque, el alcance, el diseño de la investigación, y se definen la población y muestra, así como el procedimiento metodológico, técnicas e instrumentos de recolección de datos aplicados; mientras que en el Capítulo IV se presentan los resultados y análisis de la información, las pruebas de hipótesis, la discusión de resultados; y, luego las conclusiones y recomendaciones, dejándose para el final las referencias y los anexos.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

El hombre usa adobes desde hace 10000 u 8000 a.C., por su imperiosa necesidad de construir edificaciones que los protegieran del clima y de animales salvajes, junto con otros materiales complementarios.

Los bloques de tierra comprimida (BTC) están siendo estudiados en gran parte del mundo con diferentes aditivos para mejorar algunas de sus propiedades. Esto, debido a la importancia que tiene la tierra cruda en el planeta como material de construcción, su facilidad de conseguir, su bajo costo y sus propiedades térmicas, que hacen del suelo una materia prima fundamental para las viviendas de ciertas poblaciones en el mundo¹.

En su investigación *Deterioro y estabilización del adobe*, Ramírez² sostuvo que:

[...] con el surgimiento de los materiales llamados industrializados, los materiales y sistemas tradicionales han caído en desuso. El desarrollo tecnológico de los materiales modernos se ha privilegiado, por el contrario la tecnología y conocimiento de los materiales tradicionales se estancó, a tal grado que se va olvidando su utilidad y existencia. Los usuarios a la hora de elegir se inclinan por los materiales modernos provocando la alteración, sustitución y abandono de las construcciones tradicionales.

El alto consumo energético y la acelerada contaminación del medio ambiente han provocado que de nueva cuenta se vuelva la vista hacia aquellos materiales que ya demostraron su eficacia y sobre todo que no contaminan. Diversos investigadores apoyados con estudios científicos han iniciado el redescubrimiento de los materiales tradicionales para tratar de incentivar su reutilización. (p. 8)

A nivel del Perú, según las cifras presentadas en el 2018 por el INEI³ en *Perú: Características de las viviendas particulares y los hogares. Acceso a servicios básicos*, el segundo material más utilizado en las paredes exteriores de las viviendas particulares es adobe o tapial, con 2'148,494 viviendas, que representan al 27.9 % del total nacional. Los resultados censales del 2017 mostraron a nivel departamental que Huancavelica tenía el mayor número de viviendas con paredes exteriores de adobe o tapia, con 84,835 edificaciones, que equivalían al 82.4 % del total de viviendas; seguido por Apurímac, con 91,752 viviendas (76.1 %); Cajamarca, 264,310 viviendas (70.3 %); y Cusco, con 217, 794 viviendas (67.3 %), entre las principales.³

De acuerdo con Arce y Rodríguez⁴:

En la actualidad, vivimos en una situación de peligro ante los sismos que se presentan, se vio que la población de Yanama-Ayacucho y en otras partes del Perú construyen sus viviendas con adobe. Existen otras formas de construir con adobe; entre ellas se encuentra el adobe reforzado con geomalla, que son sismorresistentes. Se quiere proponer y comprobar la resistencia del adobe reforzado con geomalla en la construcción de viviendas unifamiliares en el pueblo joven de Yanama, con la finalidad de disminuir las pérdidas humanas y materiales ante un sismo; como se vio un mayor desastre en el departamento de Ica, cuyas construcciones eran de adobe; con la propuesta del empleo del adobe reforzado con geomalla se pretende brindar una mejor calidad de vida a la población. (p. 4)

En el 2005, la ciudad de Lamas (región San Martín) afrontó el terremoto más fuerte de su historia, ocasionando que en la actualidad más del 50 % de pobladores vivan en casas inhabitables, debido a los daños causados por el aludido sismo. A ello se agregan los efectos de las constantes lluvias y cambios de clima que deterioran más rápido las viviendas de la ciudad de Lamas, afectadas por el terremoto. Esto crea temor y preocupación en los pobladores de menos recursos económicos, ya que no les es posible construir nuevas viviendas para protección de ellos y sus familias.

La mayoría de las casas afectadas en Lamas están construidas con tapial (barro pisado), columnas de madera (vigas) y techos de tejas⁵. En las figuras 1, 2 y 3 se puede observar los daños que tuvieron las viviendas que emplearon en más del 80 % el tapial como material de construcción.



Figura 1. Viviendas afectadas por el terremoto de 2005, en la ciudad de Lamas. Tomado de Lamasperu.com⁵.



Figura 2. Casas afectadas por el terremoto de Lamas, en el 2005. Tomado de Lamasperu.com⁵.



Figura 3. Vivienda afectada por el terremoto de 2005, donde se necesita restaurar tapias. Tomado de Lamasperu.com⁵.

Actualmente, en las poblaciones rurales, el adobe es el material predominante en la construcción de viviendas, pese a ser este muy antiguo, susceptible a la humedad y poco resistente al intemperismo y al ataque de insectos y movimientos sísmicos. Las razones del porqué se prefiere el adobe en las zonas rurales son: su bajo costo de elaboración y construcción con respecto a otros materiales como el concreto. Además, la materia prima del adobe está al alcance de los pobladores de bajos recursos, especialmente en las zonas altoandinas; y la dirección técnica es barata; ya que se emplea por lo general en la autoconstrucción. En las figuras 4, 5 y 6 puede observarse los efectos de la pobre resistencia a la humedad y al intemperismo del adobe en las viviendas.



Figura 4. Efectos de la inundación en el distrito de Sangarará, en Cusco (2018). Tomado de Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)⁶, p. 3.



Figura 5. Viviendas afectadas por el sismo de 2014 (Misca, Paruro, región Cusco). Tomado de Tavera et al.⁷, p. 14.



Figura 6. Deterioro por intemperismo (meteorización). Tomado de Museo de Pachacamac⁸, p. 1.

En las zonas rurales del Cusco, particularmente en el distrito de San Jerónimo, las precipitaciones medias anuales superan los promedios y ocasionan inundaciones, lo cual causa un deterioro inmediato de los muros de adobe. El objetivo de esta tesis de investigación es mejorar la resistencia a la compresión y la resistencia a la erosión por goteo de un adobe comprimido con una máquina construida con placas metálicas recicladas, compuesta por dos gatas hidráulicas de dos toneladas cada una, que comprime la unidad de albañilería de tierra cruda.

Con relación a las precipitaciones, cabe mencionar que el clima predominante es el de tundra; inclusive, en el mes más caluroso del año las temperaturas son muy bajas. De acuerdo con Köppen y Geiger⁹, el clima se clasifica como ET, ya que la temperatura promedio es 7.8 °C y las precipitaciones promedian los 1278 mm.

En la Tabla 1 se aprecian datos históricos del tiempo en Cusco, que muestran las precipitaciones de cada mes del año. Lo primero que puede observarse es que, la diferencia entre las precipitaciones del mes más seco y del mes más lluvioso es 226 mm.

Asimismo, del análisis de dicha información, puede afirmarse que hay dos periodos; uno húmedo o lluvioso, que se inicia en setiembre y termina en abril del siguiente año; y un periodo de estiaje o de ligeras precipitaciones, entre los meses de mayo y agosto.

Las precipitaciones más altas se dan en enero y febrero, meses en los que se producen inundaciones en la ciudad de Cusco. La Tabla 1 también muestra la cantidad de días lluviosos.

En los últimos años ha habido intentos por solucionar el problema de la baja resistencia del adobe usando diferentes aditivos como cal, cemento, impermeabilizantes (Sika), algunos químicos, etc. En este trabajo de investigación se requiere usar cemento en una mínima cantidad, pero en un adobe comprimido de forma artesanal, para que este procedimiento llegue fácilmente al poblador común y corriente de la zona rural de San Jerónimo.

Imágenes de la elaboración de adobes artesanales se muestran en las figuras 7, 8 y 9.

1.1.2. Formulación del problema

1.1.2.1. Problema general.

¿En qué medida influye la adición del cemento Portland tipo IP en las propiedades del adobe andino comprimido artesanalmente en el distrito de San Jerónimo - Cusco, en el 2021?

Tabla 1. Datos históricos del tiempo en Cusco

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	8.1	8.1	8	7.7	7.3	6.7	6.5	7.1	7.9	8.5	8.8	8.4
Temperatura mín. (°C)	5.1	5.1	4.9	4.2	3.3	2.3	1.8	2.3	3.6	4.6	5.2	5.3
Temperatura máx. (°C)	12.4	12.3	12.3	12.3	12.2	12.1	13	13.5	13.7	13.7	13.7	12.9
Precipitación (mm)	241	218	177	87	31	16	15	26	44	94	128	201
Humedad (%)	80 %	81 %	80 %	77 %	69 %	62 %	59 %	58 %	62 %	69 %	71 %	78 %
Días lluviosos (días)	21	19	20	15	7	3	3	6	11	16	17	20
Horas de sol (horas)	5.1	4.7	5.2	5.7	6.6	7.4	7.6	7.9	7.5	6.7	6.7	5.7

Nota. Tomado de Climate-Data.Org¹⁰.



Figura 7. Elaboración del adobe tradicional en el distrito de San Jerónimo, Cusco (2019).



Figura 8. Muro de adobes construido sin dirección técnica en San Jerónimo (2019).

1.1.2.2. Problemas específicos.

- ¿En qué medida influye la adición del cemento Portland tipo IP en el peso específico seco del material con que se elabora el adobe andino comprimido artesanalmente en el distrito de San Jerónimo, Cusco, en el 2021?
- ¿En qué medida influye la adición del cemento Portland tipo IP en la resistencia a la compresión del adobe andino comprimido artesanalmente en el distrito de San Jerónimo, Cusco, en el 2021?
- ¿En qué medida influye la adición del cemento Portland tipo IP en la resistencia a la erosión por goteo del adobe andino comprimido artesanalmente en el distrito de San Jerónimo, Cusco, en el 2021?

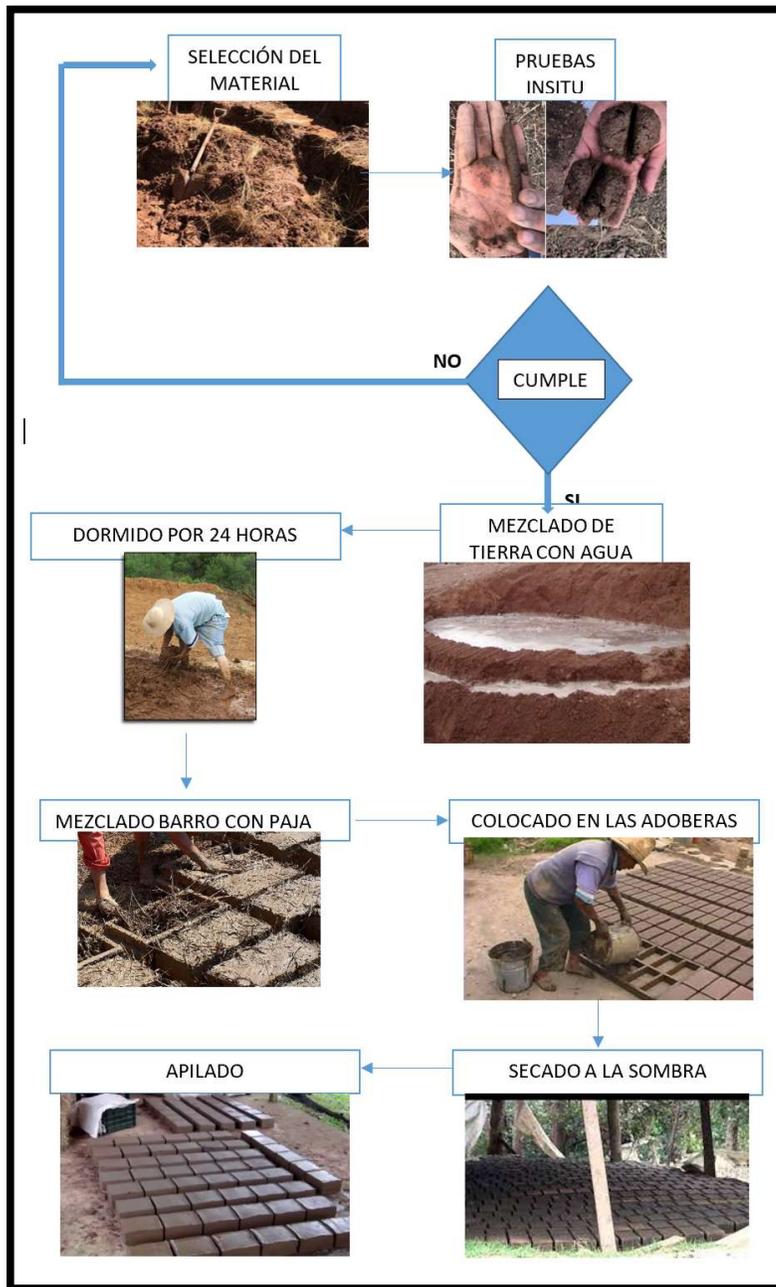


Figura 9. Flujo de elaboración de adobes artesanales.

1.2. Determinación de objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar la influencia de la adición del cemento Portland tipo IP en las propiedades del adobe andino comprimido artesanalmente con material del distrito de San Jerónimo - Cusco, en el 2021.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la influencia de la adición del cemento Portland tipo IP en el peso específico seco del material con que se elabora el adobe andino comprimido artesanalmente en el distrito de San Jerónimo, Cusco, en el 2021.
- Determinar la influencia de la adición del cemento Portland tipo IP en la resistencia a la compresión del adobe comprimido artesanalmente con material del distrito de San Jerónimo, Cusco, en el 2021.
- Determinar la influencia de la adición de cemento Portland tipo IP en la resistencia a la erosión por goteo del adobe andino comprimido artesanalmente con material del distrito de San Jerónimo, Cusco, en el 2021.

1.3. Justificación e importancia del estudio

1.3.1. Justificación teórica

La presente investigación pretende generar información sobre la influencia que tiene la adición de cemento en adobes comprimidos artesanalmente, en lo referido a su peso específico seco, así como establecer la relación entre el peso y su volumen. También, se desea determinar la resistencia a la compresión, la capacidad para soportar una carga por unidad de área y evaluar la resistencia a la erosión por goteo, que es la oposición a hacer un hoyo que tiene el adobe comprimido cuando se le hace gotear agua de forma constante desde una altura y por tiempo determinado.

1.3.2. Justificación aplicativa o práctica

Se busca evaluar si la adición del cemento Portland tipo IP mejora o no las propiedades de las unidades de adobe comprimido, ya que se busca obtener un producto de mejor calidad sin incrementar su costo, tomándose en cuenta una adición pequeña de aglomerante.

1.3.3. Justificación académica

Esta investigación servirá como base de futuras investigaciones que tengan como objetivo mejorar las propiedades del adobe comprimido artesanalmente. Además, servirá para que se mejore la máquina de compresión artesanal fabricada.

1.3.4. Justificación social

Los principales beneficiarios serán los pobladores de las zonas rurales del distrito de San Jerónimo - Cusco. Con la presente investigación se busca contribuir a mejorar las condiciones de vida mejorando la calidad del material con el que los referidos pobladores construyen sus viviendas. También está dirigida a los ingenieros e investigadores del adobe que complementen lo aquí planteado con el conocimiento obtenido en sus prácticas académicas y trabajos de campo.

1.4. Hipótesis y descripción de variables

1.4.1. Hipótesis

1.4.1.1. *Hipótesis general.*

La adición del cemento Portland tipo IP influye positivamente en las propiedades del adobe andino comprimido artesanalmente con material del distrito de San Jerónimo - Cusco, en el 2021.

1.4.1.2. *Hipótesis nula.*

La adición del cemento Portland tipo IP no influye en las propiedades del adobe andino comprimido artesanalmente con material del distrito de San Jerónimo - Cusco, 2021.

1.4.1.3. *Hipótesis específicas.*

- a. La adición del cemento Portland tipo IP incide positivamente en el peso específico seco del material con que se elabora el adobe andino comprimido artesanalmente en el distrito de San Jerónimo - Cusco, en el 2021.
- b. La adición del cemento Portland tipo IP contribuye positivamente en la resistencia a la compresión del adobe andino comprimido artesanalmente con material del distrito de San Jerónimo, Cusco, en el 2021.
- c. La adición del cemento Portland tipo IP contribuye positivamente en la resistencia a la erosión por goteo del adobe andino comprimido artesanalmente con material del distrito de San Jerónimo - Cusco, en el 2021.

1.4.3. Descripción de variables

1.4.3.1. *Variable independiente.*

- **Cemento Portland tipo IP:** El Portland es un tipo de cemento hidráulico utilizado en la construcción cuya principal característica es que fragua y se endurece al entrar en contacto con el agua. Como consecuencia de dicha reacción se adquiere un material que mejora las características aglutinantes del suelo.

1.4.3.2. *Variable dependiente.*

1.4.3.2.1. *Propiedades del adobe comprimido.*

- **Peso específico seco:** Relación existente entre el peso y el volumen o peso de las partículas sólidas, dividido por el volumen total de la muestra.
- **Resistencia a la compresión:** Es la medida máxima de la resistencia a la carga axial de especímenes. Por lo general, se expresa en kilogramos fuerza por centímetros cuadrados (kgf/cm^2) y megapascuales (MPa).
- **Resistencia a la erosión:** Es la oposición a hacerse un hoyo que tiene el adobe comprimido cuando se le gotea agua en forma constante y a una altura determinada por 10 minutos. El parámetro de la resistencia a la erosión es mm de oquedad por 10 min. Si no tiene oquedad, el adobe es resistente; o si tiene poca oquedad, entonces es resistente a la erosión por goteo. Pero si el adobe tiene oquedad excesiva, no es o es poco resistente a la erosión por goteo.

Para establecer la influencia en las propiedades del adobe comprimido se evaluará el peso específico seco del material, el cual viene a ser el peso de las partículas sólidas dividido por el volumen total de la muestra; la resistencia a la compresión se entiende como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, expresándose en términos de esfuerzo (kg/cm^2). Finalmente, es la resistencia a la erosión por goteo.

1.4.3.3. *Operacionalización de variables.*

Véase la Tabla 2 homónima.

Tabla 2. Operacionalización de variables

Variable		Dimensiones	Definición operacional	Indicadores	Unidad
Variable Independiente: Cemento Portland tipo IP		Dosis de cemento	Es una parte que se le agrega a la materia prima del adobe y se mezcla en seco, antes de compactarlo, en forma de polvo en porcentajes controlados (4 %, 10 % y 16 %).	% de adición de cemento (con respecto al peso seco de la muestra).	%
Variable dependiente	Propiedades físicas	Peso específico seco de la materia prima	Es la medida del peso del material con relación a su volumen; mide indirectamente el grado de vacíos que tiene el material.	Ensayo de compactación Proctor Modificado.	kg/m ³
	Propiedades mecánicas	Resistencia a compresión del adobe comprimido	Es la medida máxima de la resistencia a carga axial de especímenes. Normalmente, se expresa en kilogramos por centímetros.	Fuerza.	kg
		Resistencia a la erosión del adobe comprimido	Es la resistencia máxima que puede soportar el adobe compactado al goteo de una altura determinada y una frecuencia constante por un tiempo de tres minutos.	Profundidad de oquedad.	mm de oquedad

CAPÍTULO II. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Se revisó la investigación de Cabrera et al.¹¹, *Bloques de tierra comprimida (BTC) estabilizados con cal y cemento. Evaluación de su impacto ambiental y su resistencia a compresión*, que tuvo como fin evaluar las propiedades mecánicas y ambientales de los BTC con cal aérea hidratada y contrastarlas con las de sus homólogos estabilizados con cemento Portland; y los objetivos específicos de: (a) Determinar la resistencia media a compresión de BTC estabilizados con diferentes porcentajes de cal aérea y cemento Portland; (b) correlacionar la resistencia media a compresión de los BTC con el porcentaje y tipo de estabilizante empleado; y (c) calcular el impacto ambiental de los BTC estabilizados con diferentes proporciones de cal y cemento. Tras la realización y las simulaciones, los investigadores concluyeron que, usando suelos y arena característicos de la ciudad de Santa Fe (Argentina), estabilizados con determinados porcentajes de cemento Portland –entre el 5 % y el 10 % de peso–, podían producirse BTC con niveles de resistencia suficientes para ser utilizados en muros de carga y, de esa forma, minimizar el impacto ambiental negativo asociado a su fabricación.

Asimismo, los investigadores concluyeron que la estabilización con cal aérea no incrementaba la resistencia a compresión de los BTC, sino, más bien, aumentaba de manera significativa el impacto negativo de estos sobre el medio ambiente. Los resultados se muestran en la Tabla 3 de esta investigación, teniéndose los siguientes valores: en el caso de cemento al 0 %, la resistencia fue de 0.76 MPa; al 2.5 %, una resistencia de 0.81 MPa; al 5 %, una resistencia de 1.39 MPa; al 10 %, una resistencia de 5.09 MPa; al 15 %, una resistencia de 6.08 MPa; y al cemento 20 %, una resistencia de 7.426 MPa¹¹.

Los valores presentados permitirán contrastar los resultados obtenidos en esta investigación.

También se analizó la tesis *Elaboración de (BTC) bloques de tierra comprimida con suelos derivados de cenizas volcánicas y materiales alternativos*, de Echeverri y Jaramillo¹², orientada a encontrar la resistencia con uso de aditivos que puedan aplicarse al suelo durante el proceso de fabricación de los bloques, como el cemento Portland al 6 %, reforzado con fibra de coco.

Como resultado, se determinó que entre 3 % y 5 % de cemento aumentaba la resistencia a la compresión de probetas de suelo; sin embargo, se evidenció que pese a esto, los bloques seguían siendo frágiles. La resistencia a la compresión de los bloques individuales se comparó con la norma vigente para bloques de suelo cemento NTC 5324, la cual precisa que la resistencia mínima establecida para un BTC debe ser 2MPa. En esta investigación, se obtuvo una resistencia a la compresión promedio para los bloques del orden de 1MPa, inferior a la establecida en la norma; e inferior al valor planteado en la hipótesis de investigación. Finalmente, como se presenta en los anexos, se logra una mayor resistencia en bloque individual con una dosificación al 5 % de cemento y 0 % de arcilla, que permite obtener un bloque individual en promedio de 1MPa y 0.8 MPa; es decir que el porcentaje de arcilla natural de la muestra genera un mejor comportamiento. Sin embargo, si este resultado se compara con la norma vigente NTC5324, los bloques individuales alcanzan entre 40 % y 50 % de resistencia mínima especificada, indicando esto que el material no debe ser usado para fabricar BTC con ninguna dosificación¹².

Este antecedente presenta una relación en el aspecto, que también busca encontrar una resistencia al proceso de fabricación del BTC.

Asimismo, se revisó el trabajo de Díaz¹³, quien en su tesis *Mejoramiento físico del adobe para fines constructivos*, de enfoque experimental, buscó poner en manos de la población una técnica de autoconstrucción de bajo costo ante la problemática de vivienda en México. Dicha investigación evidenció la eficiencia del adobe como sistema constructivo y de bajo costo en casi todo el territorio mejicano, con uso sustentable y la posibilidad de adaptarlo a las condiciones climáticas.

El investigador también detalló la vulnerabilidad del adobe ante agentes externos, por lo que planteó soluciones con uso de diversos materiales. La investigación concluyó que la resistencia a la compresión fue más allá de lo esperado, ya que un adobe estabilizado con cemento al 15 % permitió un registro máximo de resistencia de más de 85 km por centímetro cuadrado¹³.

Este antecedente guarda relación en el sentido de que en esta investigación se pretende estabilizar el adobe y lograr resistencia a la compresión adecuada, comparándola con el porcentaje de cemento adicionado.

2.1.2. Antecedentes a nivel nacional

Se analizó la tesis *Comparación de las propiedades mecánicas de unidades y prismas de bloques de tierra comprimida estabilizada con cemento y geopolímero de puzolana*,

de Álvarez¹⁴, quien se propuso estudiar las propiedades mecánicas del bloque de tierra comprimida estabilizada, interconectado (BTCEI) con cemento y geopolímero de puzolana, para su uso en la construcción de viviendas sociales ecosostenibles y resistentes. La caracterización mecánica de BTC y BTC estabilizada se realizó en términos de la compresión y flexión, obteniéndose resistencias luego de 28 días de edad, de 1.3 MPa (CV 6.2 %), 3.6 MPa (CV 17.9 %) y 2.4 MPa (CV<1 %) para BTC; BTC con 8 % de cemento y BTC estabilizado con 15 % de geopolímero de puzolana, respectivamente. La resistencia a la compresión en estado saturado del BTC estabilizado con 8 % de cemento bajó en 52 % respecto a su resistencia a los 28 días de edad, y en un 66% en el caso de BTC estabilizado con 15 % de geopolímero de puzolana¹⁴.

Este antecedente contiene información sobre la estabilización con cemento, y permitirá el contraste con lo hallado en esta investigación.

También está la tesis de Reyna¹⁵, *Influencia de la ceniza y cemento en el adobe para muro de mampostería sobre la compresión y durabilidad en el 2018*, realizada con diseño experimental, muestreo probabilístico y recolección de datos con técnica de observación sobre una muestra con 198 especímenes. La investigadora obtuvo mejores resultados tras combinar el suelo con un 20 % de ceniza y 9 % de cemento, obteniéndose una resistencia a compresión de 11 kg/cm², un valor aprobado por la norma E.080, en la que se menciona que la resistencia a compresión del adobe debe ser de 10 kg/cm².

Este antecedente contiene instrumentos de medición de la variable resistencia a la compresión, que servirán para adaptarse a la presente investigación.

Asimismo, se revisó la tesis de Olazábal y Guevara¹⁶, *Análisis comparativo de las propiedades físico-mecánicas del adobe estabilizado con cemento y mucilago de gigantón fabricado según la Norma E-0.80, comparado con el adobe tradicional del distrito de San Jerónimo, de la Región de Cusco*, que tuvo como objetivo identificar la cantidad de porcentajes de cemento Portland tipo IP y mucilago de gigantón que debían agregarse para fabricar un adobe estabilizado, con mejora de sus propiedades físicas y mecánicas de resistencia a la compresión, a la erosión, variación dimensional, succión y absorción de agua. Tras los ensayos de laboratorio, se concluyó que los adobes estabilizados con un 15 % de cemento y 7 % de mucilago de gigantón mejoraron sustancialmente sus propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe, siendo estos porcentajes determinantes para lograr los referidos resultados.

Este antecedente contiene normas peruanas y españolas, así como algunos criterios técnicos para el desarrollo de los ensayos en laboratorio, además de los porcentajes para fabricar adobes estabilizados.

Por último, se estudió la tesis de Quintana y Vera¹⁷, *Evaluación de la erosión y la resistencia a la compresión de adobes con sustitución total y parcial de agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes de 0 %, 25 %, 50 %, 75 % y 100 %*, cuyo fin fue mejorar las unidades de albañilería con mucilago de tuna. Al final de la investigación, las autoras pudieron obtener adobes resistentes a la erosión provocada por el agua de lluvias e inundaciones que se producen en la región del Cusco.

Esta propuesta se basó en la elaboración adobes sustituyendo el agua por mucilago de tuna diferentes porcentajes (al 0 %, 25 %, 50 %, 75 % y 100 %), con respecto al peso total. Durante las pruebas de campo, se evaluaron la erosión y la resistencia a la compresión. Asimismo, en laboratorio, se realizaron pruebas físicas de variación dimensional, succión y absorción, a partir de la NTP del adobe NTP E0.80, de la NTP del ladrillo 399.604, de la NTP 399613 y la norma española UNE 41410. Los resultados del ensayo de resistencia a la compresión en adobes estabilizados con 15 % de cemento y 7 % de mucilago de gigantón, presentaron mayores valores de resistencia: 11.02 kg/cm² a los siete días; 14.06 kg/cm², a los 15 días; y 17.86 kg/cm², a los 30 días de realizados los ensayos.¹⁷

Este antecedente contiene normas peruanas y españolas que contribuirán con el desarrollo de la presente tesis.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Adobe

El adobe es un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externo¹⁸.

Es la unidad de ladrillo sin cocción al horno, secado a los rayos del sol. Para conseguir mayor resistencia se le suelen adicionar excremento o pelos de animales, o fibras vegetales.

Adobe se denomina también, en general, al suelo arcilloso al que se le da forma a mano y que, para su mayor durabilidad, debe añadirse un estabilizador y un impermeabilizante; cuyo uso solo se recomienda en lugares de clima seco. La unidad de adobe presenta muchas ventajas, como flexibilidad y fácil manejo. Las edificaciones con adobe tienen pronto acabado. Esto permite la aplicación rápida de

tarrajeo y estucados, que son absolutamente necesarios para evitar alteraciones en el soporte. No obstante, hay que tener en cuenta que los muros construidos con adobe son frágiles a las acciones del intemperismo¹⁹.



Figura 10. Adobe.
Tomado de Concepto Definición²⁰.

2.2.1.1. Tipos de adobe.

2.2.1.1.1. Adobe compactado.

Es una unidad de albañilería de tierra cruda que tiene forma de prisma recto, elaborada por compresión estática o dinámica de suelo seleccionado semisaturado, seguida de un desmolde al instante, al que se puede adicionar algún estabilizante o aditivo para que pueda alcanzar o desarrollar las características mejores de durabilidad, resistencia e impermeabilidad²¹.

El adobe compactado es una nueva alternativa para la construcción de viviendas, pues tiene características mejoradas logradas por estabilización mecánica provista por una maquina compactadora manual. Con esta alternativa se construyen muros más resistentes a la compresión y flexión, con elevada resistencia a la erosión y por consiguiente con mejor comportamiento ante los sismos. Al compactar el material se obtienen un adobe con una resistencia de compresión de 6.85 MPa y resistencia de flexión de 0.56 MPa²².

2.2.1.1.2. *Adobe estabilizado.*

Es el adobe al se ha añadido otros materiales como asfalto, cemento, cal, etc., con el objetivo de incrementar sus propiedades de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de agua en forma de humedad¹⁸.

La compresión o compactación en la unidad de tierra es una opción en la que se aprovecha las cualidades del adobe para minimizar sus desventajas de resistencia a la compresión, ya que al mezclar los ingredientes del adobe normal y luego someterlo a una presión de compactación con una gata hidráulica se consigue un producto más homogéneo. El efecto de la compresión se nota en el incremento del peso específico del adobe y la resistencia a la compresión, debido a que se disminuye la relación de vacíos²³.

2.2.1.1.3. *Adobe andino.*

Es un producto antiguo o ancestral, usado por muchas civilizaciones en el pasado. Sin embargo, los conocimientos de su tecnología han ido desapareciendo en el tiempo y tergiversándose, ya que la población rural, por lo general, utiliza la técnica de autoconstrucción.

2.2.1.1.4. *Adobe no estabilizado.*

Originalmente, el adobe se elabora con una faja, que ayuda a mejorar su comportamiento ante el efecto de contracción y expansión del material (que se evidencia principalmente con agrietamientos). Si la consistencia del suelo con el que se elabora el adobe está equilibrada, presenta cambios dimensionales despreciables.

El comportamiento del adobe está ligado a las condiciones y constitución del suelo con que este se elabora. Un suelo excesivamente arcilloso exigirá la incorporación de una mayor proporción de otros componentes para balancear su capacidad de contracción y expansión que puede conducir a fisuras y deformaciones²².

Por la naturaleza de los materiales que lo constituyen, así como su proceso de fabricación, el adobe no requiere de uso de combustibles, por lo que representa un ahorro económico estimado en 40 %, con relación al ladrillo de barro precocido, ya que dicho material no requiere de un proceso de cocción.

Una de las desventajas más significativas del adobe tradicional, después de sus prestaciones mecánicas limitadas, está en el uso de un gran número de obreros que se requiere para su elaboración²².

2.2.2. Prensa Cinva Ram

La prensa Cinva Ram es una máquina de estructura sencilla, portátil, barata, usada en la fabricación de adobes para edificaciones usando suelo arcilloso como componente principal (véase la Figura 11). La prensa Cinva Ram está hecha de acero y se compone de un molde con un pistón manejado manualmente que comprime la mezcla de tierra con algún aditivo²⁴.



Figura 11. Prensa Cinva Ram.
Tomado de Gracomaq S.A.S.²⁵

Las características de la máquina son:

- Peso: 67 kg
- Altura y ancho de la base: 25 cm x 41 cm x 51 cm
- Presión a la palanca: 36.5 kg
- Presión producida por esta fuerza: 18,000 kg
- Fuerza de resistencia a la compresión: 280,000-560,000 kg/cm²
- Capacidad de producción: 300 a 500 adobes por día

Lo producido por la prensa Cinva Ram tiene como ventaja el ahorro de cemento en la unión de los adobes, pues estos se entrelazan por su forma. Luego de hacer varias filas, se vacía cemento por sus orificios y se inserta una varilla de hierro para aumentar la resistencia, si así lo amerita la construcción. Con ese método, el tiempo de edificación se reduce a la mitad.

2.2.3. Propiedades mecánicas

2.2.3.1. Esfuerzos admisibles.

Las pruebas de laboratorio para conseguir los esfuerzos permisibles –llamados también esfuerzos admisibles de diseño– consideraron la variación de los materiales a utilizarse. Esto se realizó en función de ensayos de laboratorio de esfuerzo de rotura mínimos para tomar la medida de la resistencia del suelo a la compresión (ensayo de laboratorio a compresión axial de cubos). Para fines de diseño, se consideró los siguientes esfuerzos de rotura mínimos (Norma E.080, Diseño y Construcción con Tierra Reforzada²⁶.

La resistencia última se calcula conforme a la siguiente fórmula:

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

La resistencia a la compresión de la albañilería ($f'b$) es su propiedad más importante. En términos generales, define no solo el nivel de su calidad estructural, sino también el nivel de su resistencia a la intemperie o a cualquier otra causa de deterioro.²⁷

La resistencia se mide mediante el ensayo de compresión del material en cubos de 0.1 m de arista.

El valor del esfuerzo resistente en compresión se obtendrá sobre la base del área de la sección transversal, debiéndose ensayar un mínimo de seis cubos, definiéndose la resistencia última (f_o) como el valor que sobrepase en el 80 % de las piezas ensayadas.

Los ensayos se harán utilizando piezas completamente secas, siendo el valor de (f_o) mínimo aceptable de 10.2 kg/cm².

La resistencia a la compresión de la unidad es un índice de la calidad de esta y no de la albañilería.²⁸

La resistencia característica de la compresión axial de la unidad ($f'b$) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra²⁸:

$$\text{Resistencia a la compresión simple: } Fb = Pm/Ab \text{ [NTP 399.613}^{29}\text{]}$$

Donde:

- Fb : Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (kg/cm²)
- Pm : Carga máxima de rotura (kg)
- Ab : Área bruta de la unidad de albañilería (cm²)

Resistencia a la compresión característica ($f'b$): $f'b = fb - \sigma$ [NTP 399.613²⁹]

Donde:

- $f'b$: Resistencia característica a la compresión de la unidad de albañilería (kg/cm²)
- fb : Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (kg/cm²)
- σ : Desviación estándar

La resistencia a la compresión es la capacidad del material para resistir a las fuerzas que intentan comprimirlo o apretarlo. El esfuerzo de compresión es la resultante de las tensiones o presiones que existe dentro de un sólido deformable o medio continuo, caracterizada porque tiende a una reducción de volumen o a un acortamiento en determinada dirección. En general, cuando se somete un material a un conjunto de fuerzas, se produce flexión, cizallamiento o torsión; y todos estos esfuerzos conllevan a la aparición de tensiones tanto de tracción como de compresión.

Una comparación entre las resistencias a compresión y algunas técnicas de construcción se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Cuadro comparativo de las resistencias a compresión de algunas técnicas de construcción

Material	Densidad	Resistencia a compresión
Adobe	1200 - 1500 kg/m ³	5.40 - 17.54 kg/cm ²
Cob	1615 kg/m ³	10.20 kg/cm ²
BTC (tierra comprimida)	1700 - 2000 kg/m ³	10.20 - 50.98 kg/cm ²
BTC estabilizado	1787.5 kg/m ³	110.12 kg/cm ²
Tapial	1900 - 2200 kg/m ³	30.59 - 40.79 kg/cm ²

Nota. Tomado de Bestraten et al.³⁰

2.2.4. Requisitos para la elaboración del bloque de adobe estabilizado y compactado

2.2.4.1. Requisitos generales.

La NTP E.080 del 2006 (norma anterior) indicaba los siguientes requisitos generales para la elaboración del adobe: La gradación del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes: Arcilla 10-20 %, limo 15-25 % y arena 55-70 %, no debiéndose utilizar suelos orgánicos.

La Norma E.080²⁶ del 2017 (normal actual) estableció que debe verificarse que la tierra contenga adecuada presencia de arcilla mediante las pruebas indicadas, en los anexos 1 y 2 («Prueba cinta de barro», «presencia de arcilla» o «resistencia seca»). Asimismo, que se encuentre libre de cantidades perjudiciales de materia orgánica.

De acuerdo con la norma actual, debe cumplirse las características siguientes:

- Agua potable libre de materia orgánica, sales y sólidos en suspensión.
- Estar limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica y otras sustancias que puedan ser dañinas.
- El agua de mar solo puede emplearse si se cuenta con la autorización del ingeniero proyectista y del responsable de supervisión.

Barros e Imhoff³¹ mostraron una recopilación de datos de distintos autores que recomiendan granulometrías óptimas de suelos para ser estabilizados

2.2.4.2. Formas y dimensiones.

Según la norma NTE E.080 del 2017²⁶, los adobes podrán ser de planta cuadrada o rectangular; y en el caso de encuentros con ángulos diferentes de 90°, de formas especiales. Sus dimensiones deberán ajustarse a las siguientes proporciones: para adobes rectangulares el largo será de casi el doble del ancho. Adobes cuadrados no deben tener lados que sobrepasen los 0.40 m. Por último, el bloque de adobe debe estar entre 0.08 m y 0.12 m de altura.

2.2.5. Propiedades por evaluar en el bloque de adobe estabilizado y compactado

2.2.5.1. Esfuerzos admisibles.

La norma E-080²⁶ indica que para fines de diseño se consideran los siguientes esfuerzos mínimos:

- El valor del esfuerzo resistente en compresión se obtendrá sobre la base del área de la sección transversal, debiéndose ensayar un mínimo de seis cubos, definiéndose la resistencia última (f_o) como el valor que sobrepase en el 80 % de las piezas ensayadas.
- Los ensayos se harán utilizando piezas completamente secas, siendo el valor de (f_o) mínimo aceptable de 10.2 kg/cm².
- Las fuerzas que se aplican al adobe serán por las caras de mayor área, que son la cara inferior de descanso. Estas fuerzas se volverán a distribuir cuando sobre estas dos caras del adobe se coloquen placas de acero como muestra.

2.2.5.2. Resistencia a la compresión.

Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la resistencia del suelo en estudio a la compresión (ensayo de compresión axial en cubos) se realiza conforme al siguiente procedimiento:

- La resistencia a la compresión se calcula mediante el ensayo de laboratorio del adobe en cubos de 10 cm de arista.
- La resistencia a la compresión última se calcula usando la siguiente formula:

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

- Los cubos de adobe o muestras de tapial deben cumplir con el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis) sea igual o mayor a la resistencia última indicada.

La fuerza de compresión se aplica de forma perpendicular a la superficie de contacto (véase la Figura 12). Si el adobe tiene una forma irregular, será nivelado con un mortero de cemento Portland poco antes de colocar el recubrimiento, que normalmente es de azufre, para lograr el contacto uniforme con las placas de la máquina de compresión axial. El ensayo se realiza hasta que el adobe se rompa.

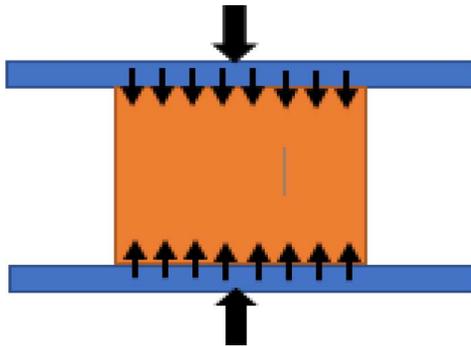


Figura 12. Compresión sobre la unidad de albañilería.
Tomado de Gallegos y Casabonne³².

Según la norma técnica E-080, la resistencia a la compresión axial ($f'b$) se calcula haciendo una división de la fuerza de rotura (P_u) entre el área bruta (A) del adobe³², tal como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\text{Resistencia a la compresión: } f = P_u / A$$

Donde:

- f : Resistencia a la compresión (kg/cm²)
- Pu : Carga aplicada (kg)
- A : Área de aplicación de la carga (cm²)

Normalmente, el ensayo consta de dos o tres pruebas. Los resultados de los ensayos se analizan usando la estadística para conseguir el valor característico que está referido a la aceptación del 10 % de resultados de pruebas defectuosas.

2.2.5.3. Resistencia a la flexión.

Según Gallegos y Casabonne³², el ensayo de tracción por flexión se efectúa con la máquina de compresión axial sobre un adobe entero, al cual se apoya con una distancia de extremo a extremo de 18 cm como máximo y se coloca una carga en el centro del adobe. Dicho cálculo se realiza con la siguiente ecuación:

$$\text{Resistencia a flexión: } f = 3 * Pu * L^2 * b * t^2$$

Donde:

- f : Resistencia a la flexión por compresión (kg/cm²)
- Pu : Carga de rotura (kg)
- L : Distancia entre ejes de apoyos (cm)
- b : Ancho del adobe (cm)
- t : Altura del adobe (cm)

2.2.5.4. Absorción de agua.

En el ensayo de laboratorio, la absorción de agua se mide en un adobe en dicho líquido, frío, durante 24 horas. La absorción máxima del adobe de prueba corresponde al hervido de este durante cinco horas y el coeficiente de saturación, que es la relación entre la absorción y la absorción máxima. Para realizar el ensayo, los adobes se hacen secar primero bajo sombra y luego al horno; luego se pesan y se someten al procedimiento antes mencionado. Al final, se vuelven a pesar otra vez. Se llama absorción y absorción máxima a la discrepancia de peso entre el adobe saturado y el adobe seco, expresado en porcentaje del peso del adobe seco. El coeficiente de saturación es la proporción de estos dos valores³², y se establece con la siguiente fórmula:

$$\text{Absorción de agua: } \% ABS = \frac{P2 - P1}{P1} * 100$$

Donde:

- % ABS: Porcentaje de absorción de agua por el adobe
- P1: Peso del adobe seco (gr)
- P2: Peso del adobe mojado (gr)

2.2.6. Ensayo de erosión acelerada

La Norma UNE 41410:2008²¹ de España establece el siguiente proceso:

a. Equipo: En la Figura 13 se muestra un croquis de la estructura del equipo a utilizar.

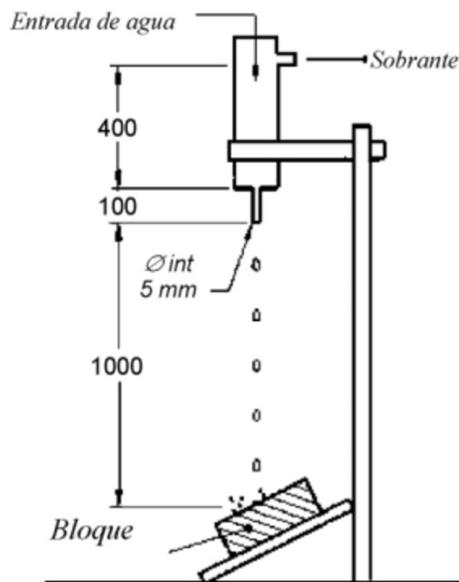


Figura 13. Equipo de ensayo de erosión acelerada.
Tomado de Canavesi³³ (p. 20).

b. Procedimiento: Se deja caer un hilo de agua encima el bloque durante 10 minutos a través de un conducto de diámetro interior igual a 5 mm, conectado a un tanque de agua de nivel constante, cuya cabecera está a una altura de 150 cm sobre la cara superior del adobe. Este se coloca a una inclinación con respecto a la horizontal de 27° sexagesimales.

Con una varilla de 3 mm de diámetro se mide la profundidad de la oquedad (D) que aparece.

c. Resultados: El adobe comprimido ensayado, conforme a esta norma española, se clasificarán como «apto» o «no apto», según el criterio detallado en la norma.

Resistencia a la erosión. Criterios de aceptación o rechazo²¹:

- D, profundidad de la oquedad (en mm).
- $0 \leq D \leq 10$ Bloque apto.
- $D > 10$ Bloque no apto.

2.2.7. Ensayo Proctor Modificado, determinación de la relación densidad seca-humedad en los suelos

La proporción existente entre el peso específico seco de un suelo y su contenido de humedad es de mucha utilidad en la compactación de suelos. Su regulación se realiza mediante el ensayo Proctor en sus dos variantes: Normal (ASTM D 698, MTC E 116) y Modificado (ASTM D-1557, MTC - E115).

Este ensayo toma el nombre de su descubridor, el ingeniero supervisor de carreteras, R. R. Proctor, y busca determinar la humedad óptima de compactación de una muestra de suelo. El ensayo consiste en el empleo de dos cilindros o moldes de metal para los ensayos de compactación, uno de 4 in (10.16 cm) de diámetro interior y otro de 6 in de diámetro interior (15.24 cm), a una altura de 4.6 in (11.68 cm). Un collarín desmontable de 2.5 in (6.35 cm) de altura encaja exactamente en la parte superior del molde Proctor; la base es también desmontable. El suelo se compacta en el molde con un pisón manual de metal que tiene una superficie circular de 2 in (5.08 cm) de diámetro y pesa 10 libras (4.54 kg). El pisón manual va alojado en un fuste exterior de forma cilíndrica, dispuesta de tal forma que la altura de caída del pisón sobre el suelo sea de 1.5 pies (45.72 cm).

El suelo usado en el ensayo se seca primero al aire y se criba en un tamiz de $\frac{3}{4}$ de pulgada. Luego, se mezcla con una pequeña cantidad de agua y se compacta dentro del molde en cinco capas iguales, y en cantidad suficiente para tener una altura total después de compactado de 5 in (12.70 cm). Para los materiales que pasan la malla N° 4 se emplea el molde de 4 in de diámetro y se compacta cada capa dejando caer el martillo 25 veces sobre cada una. Si se utiliza el molde de 6 in de diámetro en materiales que pasan la malla de $\frac{3}{4}$ de pulgada, se hará caer el martillo 56 veces sobre cada capa, desde una altura de 18 in. Se enrasa el suelo con la parte alta del molde y se pesa para determinar su densidad aparente húmeda. Esto permitirá una determinación del tanto por ciento de humedad en una muestra de suelo, calculándose la densidad seca. Este proceso se repite con varios contenidos de humedad crecientes, obteniéndose una curva de compactación de la forma tal como se muestra en la Figura 14³⁴.

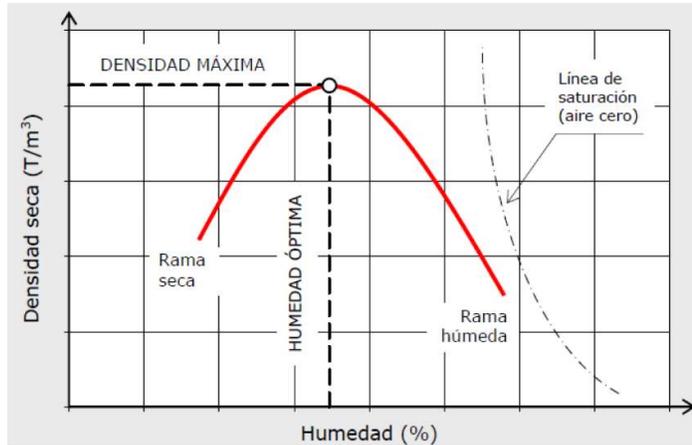


Figura 14. Curva de humedad y densidad seca.
Tomado de Bañón y Beviá³⁵ (p. 13).

Para cada contenido de humedad, la densidad referida al peso del material seco se calculará con la siguiente fórmula:

$$\gamma_D = (P_{ms} - P_m) * 100 / V(100 + w) = Wh / V(100 + w) * 100$$

$$\gamma_D = \frac{(P_{ms} - P_m) * 100}{V(100 + w)} = \frac{Wh}{V(100 + w)} * 100$$

Donde:

- P_{ms} : Peso del molde con su base y sin el collar, más el suelo húmedo compactado
- P_m : Peso del molde vacío, con su base y sin el collar
- V : Volumen del molde, Sin el collar
- w : Contenido de humedad
- Wh : Peso de la muestra húmeda compactada

2.2.8. Cemento

El cemento es un conglomerante hidráulico; es decir, un material inorgánico finamente molido que, amasado con agua, forma una pasta que fragua y endurece por medio de reacciones y procesos de hidratación; y que, una vez endurecido, conserva su resistencia y estabilidad incluso bajo el agua. Dosificado y mezclado en forma apropiada con agua y áridos, debe producir un hormigón o mortero que conserve su trabajabilidad y capacidad.³⁶

El cemento hidráulico tiene la propiedad de fraguar y endurecer cuando hay agua; al reaccionar con ella, el cemento se convierte en un buen material aglutinante con

características de adhesión y cohesión. Las propiedades del cemento dependen de la composición química, del grado de hidratación, la finura de las partículas, la velocidad del fraguado, del calor de hidratación y de la resistencia mecánica a desarrollar.³⁷

2.2.8.1. Clasificación.

La NTP 334.009 clasifica los siguientes tipos de cemento según su uso³⁸:

- **Tipo I:** Cemento de uso general, no se requiere de propiedades y características especiales.
- **Tipo II:** Resistente al ataque moderado de sulfatos, como por ejemplo en las tuberías de drenaje (muros de contención, pilas, presas).
- **Tipo III:** Altas resistencias a edades tempranas, a 3 y 7 días.
- **Tipo IV:** Muy bajo calor de hidratación (presas).

Asimismo, la referida norma considera los siguientes tipos:

- **Cemento binario:** Es una mezcla íntima y uniforme por molienda o molienda y mezclado de clínker de cemento Pórtland y escoria, puzolanas o filler.
- **Cemento adicionado ternario:** Es una mezcla íntima y uniforme por molienda o molienda y mezclado de clínker de cemento Pórtland y:
 - Dos puzolanas diferentes
 - Escoria de alto horno y puzolana
 - Puzolana y caliza
 - Escoria y caliza

La NTP 334.009 también considera como cementos de uso general las siguientes denominaciones:

- **Cemento Portland tipo IS:** Cuyas características son:
 - Con escoria de alto horno.
 - Hasta 70 % de escoria.
- **Cemento Portland tipo IP:**
 - Cemento Pórtland puzolánico.
 - Hasta 40 % de puzolana.
- **Cemento Portland tipo I (PM):**
 - Cemento Portland puzolánico modificado.
 - Con hasta 15 % de puzolana.
- **Cemento Portland tipo IL:**
 - Con filler calizo hasta de un 5 % a 15 %.

- **Cemento Portland tipo ICO:**
 - Cemento Portland compuesto.
 - Hasta con un 30 % de filler calizo u otro material.
- **Cemento Portland ternario IT:**
 - Que tiene dos adiciones.

2.2.8.2. Calidad del cemento.

- Resistencia a la compresión es afectada fuertemente por la relación agua/cemento y la edad o la magnitud de la hidratación.
- Durabilidad y flexibilidad: ya que es un material que no sufre deformación alguna.
- El cemento es hidráulico, porque al mezclarse con agua reacciona químicamente hasta endurecer. El cemento es capaz de endurecer en condiciones secas y humedad, e incluso bajo el agua.
- El cemento es notablemente moldeable: al entrar en contacto con el agua y los agregados, como arena y la grava, el cemento es capaz de asumir cualquier forma tridimensional.
- El cemento (y el hormigón o concreto hecho con él) es tan durable como la piedra. A pesar de las condiciones climáticas, el cemento conserva la forma y volumen, y su durabilidad se incrementa con el paso del tiempo.
- El cemento es un adhesivo tan efectivo que una vez que fragua, es casi imposible romper su enlace con los materiales como el ladrillo, el acero, la grava y la roca.
- Los edificios hechos con productos de cemento son más impermeables cuando la proporción de dicho material es mayor a la de los materiales agregados.
- El cemento es un excelente aislante de ruidos cuando se calculan correctamente los espesores de pisos, paredes y techos de concreto³⁹.

2.3. Definición de términos básicos

- **Adobe:** Unidad de tierra cruda, que puede estar mezclada con paja u arena gruesa para mejorar su resistencia y durabilidad²⁹.
- **Arcilla:** Único material activo e indispensable del suelo. En contacto con el agua permite su amasado, se comporta plásticamente y puede cohesionar al resto de partículas inertes del suelo formando el barro, que al secarse adquiere una resistencia seca que lo convierte en material constructivo. Tiene partículas menores a dos micras (0.002 mm).

- **Prueba de campo:** Es el ensayo realizado sin herramientas a pie de obra o en laboratorio, basados en conocimientos comprobados en laboratorio a través de métodos rigurosos, que permite tomar decisiones de selección de canteras y dosificaciones.²⁹

De acuerdo con la norma E.080 de 2017, las pruebas de campo están especificadas en los anexos 1 y 2, y son: Prueba de cinta de barro, y prueba de presencia de arcilla o resistencia seca²⁶.

- **Prueba de laboratorio:** Ensayo de laboratorio que permite conocer las características mecánicas de la tierra, para diseñar y tomar decisiones de ingeniería²⁶.
- **Secado:** Proceso de evaporación del agua que existe en la tierra húmeda. El proceso debe controlarse para producir una evaporación muy lenta del agua, mientras la arcilla y el barro se contraen y adquieren resistencia. Si la contracción es muy rápida, se producen fisuras.
- **Tierra:** Material de construcción compuesto de cuatro componentes básicos: arcilla, limo, arena fina y arena gruesa²⁶.
- **Resistencia a la compresión:** Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento²⁶.
- **Absorción de agua:** Esta prueba tiene por objetivo conocer la capacidad de absorción de las muestras a ser ensayadas cuando alcanzan un estado de saturación. En otras palabras, se obtendrá un índice que refleje la capacidad de absorción de agua de los especímenes luego de 24 horas de inmersión en agua.⁴⁰
- **Dormido:** Proceso de humedecimiento de la tierra ya zarandeada (cernida o tamizada para eliminar piedras y terrones), durante dos o más días, para activar la mayor cantidad de partículas de arcilla y antes de ser amasada con o sin paja para hacer adobes o morteros.²⁶
- **Suelo:** El suelo está compuesto por minerales, materia orgánica, diminutos organismos vegetales y animales, aire y agua. Es una capa delgada que se ha formado muy lentamente, a través de los siglos, con la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, los cambios de temperatura y el viento. Las plantas y animales que crecen y mueren dentro y sobre el suelo son descompuestos por los microorganismos, transformados en materia orgánica y mezclados con el suelo.⁴¹
- **Compactación:** Se entiende por compactación de los suelos el mejoramiento artificial de sus propiedades mecánicas por medios mecánicos.

La importancia de la compactación de los suelos radica en el aumento de resistencia y disminución de capacidad de deformación que se obtienen al sujetar el suelo a técnicas convenientes que aumenten su peso específico seco, disminuyendo sus vacíos.⁴²

- **Resistencia a compresión:** Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento.²⁶
- **Resistencia a la flexión:** Medida de la resistencia de un elemento o miembro estructural a las fuerzas flectoras. También se llama resistencia a la tracción.⁴³

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Método y alcance de la investigación

3.1.1. Según su aplicación

Esta investigación es aplicada porque usa conocimientos básicos que se aplican en una realidad problemática⁴⁴. En el presente caso, porque se usan conocimientos de física y mecánica de suelos como compresión y densidad máxima según Proctor, para aplicarse en la mejora de las propiedades de resistencia a la compresión y erosión por goteo, de un adobe que beneficie al poblador andino.

3.1.2. Según su fin

Para Hernández et al.⁴⁵, los estudios descriptivos permiten detallar situaciones y eventos; es decir, cómo son y cómo se manifiesta determinado fenómeno, buscando especificar propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis.

La presente es una investigación descriptiva y explicativa, ya que busca detallar las características resultantes luego de adicionar al material con que se elabora el adobe diferentes porcentajes de cemento, antes de pasar a su proceso de compresión.

Esta investigación se concentra en estudiar las propiedades resultantes y los efectos de un determinado hecho (adiciones de 4 %, 10 % y 16 % de cemento). Por medio de pruebas de laboratorio se requiere describir estas y luego detectar el mejor porcentaje, de aditivo que logra mejorar significativamente la resistencia a la compresión del adobe y a la erosión por goteo.

3.2. Diseño de la investigación

Según Hernández⁴⁵, el diseño de la investigación es experimental cuando «tiene al menos dos acepciones, una general y otra particular. La general se refiere a elegir o realizar una acción y después observar las consecuencias» (p. 121).

Esta investigación también es experimental. Al respecto, Arias⁴⁶ dijo que esta era un proceso que consistía en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producían (variable dependiente).

Como parte del presente trabajo de investigación se generará tres tipos de adobes con aditivo cemento con distintas dosis (4 %, 10 % y 16 %), los cuales recibirán el

tratamiento experimental. Es decir, las variables independientes serán sometidas a un proceso de medición con respecto a la variable dependiente que se está estudiando (peso específico del material, resistencia a la compresión y resistencia a la erosión por goteo).

Para la ejecución del diseño de investigación se modela de la manera como se presenta en la Tabla 4: Adobe patrón (P), es el adobe preparado sin mezclar con cemento y comprimido con una cantidad de agua igual al contenido óptimo de humedad obtenido en el ensayo de Proctor modificado; adobe experimental (C.E.), representa tres dosificaciones de cemento (4 %, 10 % y 16 %) para cada resistencia requerida; uso de variables (X), el símbolo se usa al adicionarle el aditivo cemento en diferentes porcentajes y cuando hay ausencia del aditivo; Posprueba (Pp), se evalúa la resistencia a la compresión del adobe comprimido y la resistencia a la erosión por goteo, tanto para el adobe patrón como para los adobes experimentales.

Tabla 4. Diseño de posprueba para un patrón y varias combinaciones

	Grupo	Variable independiente		Posprueba	
P	Adobe Patrón	--	Sin cemento	Pp	Resistencia a la Compresión y erosión
E ₁	Adobe mejorado Cemento al 4%	X ₁	Dosis de Cemento 800gr/20kg de suelo	Pp ₁	Resistencia a la compresión y erosión
E ₂	Adobe mejorado Cemento al 10%	X ₂	Dosis de Cemento 2000gr/20kg de suelo	Pp ₂	Resistencia a la compresión y erosión
E ₃	Adobe mejorado Cemento al 16 %	X ₃	Dosis de cemento 3200 gr/20 kg de suelo	Pp ₃	Resistencia a la compresión y erosión

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Según Arias⁴⁶, la población es «un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio» (p. 81).

En el presente caso, la población son los adobes elaborados sin aditivo (20 unidades) y aquellos adobes elaborados con diferentes porcentajes de cemento (20 unidades al 4 %, 20 unidades al 10 % y 20 unidades al 16 %). En total, el número de adobes comprimidos de la población es 80.

3.3.2. Muestra

La muestra es un subconjunto de la población que debe poseer casi las mismas características posibles, y que debe ser representativa⁴⁷.

Esta investigación presenta como muestra los adobes seleccionados entre los 80 de la población; esta es una muestra no probabilística y direccionada. La elección de la muestra no dependió de la probabilidad, sino de las características que poseían e interesaban a la investigación. Es decir, se tomó para el ensayo de comprensión cinco adobes de cada grupo (con 0 %, 4 %, 10 % y 16 % de cemento) y cuatro adobes de cada grupo para realizar el ensayo de resistencia a la erosión por goteo. Entonces, la cantidad de adobes comprimidos para la muestra fue 36.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas e instrumentos de Investigación

Según Hernández et al.⁴⁵, las técnicas son recursos o procedimientos de los que se vale el investigador para acercarse a los hechos y acceder a su conocimiento, apoyándose en instrumentos para guardar información, como: el cuaderno de notas para el registro de observación y hechos, el diario de campo, los mapas, la cámara.

Las técnicas de recolección de datos, de acuerdo con Arias⁴⁶, «son las distintas formas o maneras de obtener la información» (p. 160); y los instrumentos, medios materiales que se emplean para recoger y almacenar datos.

La técnica utilizada en este estudio de investigación fue la observación; y el instrumento, la ficha de observación o formato de laboratorio.

Los instrumentos cuantitativos utilizados para la toma de datos en la ejecución de esta investigación fueron:

- Normas NTP y ASTM, con las que se realizó los distintos ensayos del material para elaborar el adobe y el adobe seco.
- Formato de límites de plasticidad.
- Formatos de granulometría de suelo fino.
- Formato de clasificación de suelos.
- Formato del ensayo de compactación Proctor.
- Formato de control de resistencia a compresión.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

3.4.2.1. Encuesta de elaboración del adobe tradicional.

Véase la Tabla 5.

3.4.2.2. Guía de observación en campo para el suelo.

Véase las tablas 6, 7, 8, 9 y 10.

3.4.2.3. Instrumentos de laboratorio

3.4.2.3.1. Ficha de recolección de datos de límites de Atterberg.

- **Límite líquido:** La ficha que se muestra en la Tabla 11 es un formato de recolección de datos del ensayo de límite de líquido del suelo.
- **Límite plástico:** La presente ficha, que se presenta en la Tabla 12, es un formato de recolección de datos de la prueba con la cual se determina el límite plástico del suelo.
- **Análisis granulométrico:** La Tabla 13 corresponde a un formato de recolección de datos del ensayo con el que se determina la granulometría del suelo.

3.4.2.3.2. Ficha de recolección de datos del peso específico seco máximo.

La ficha mostrada en la Tabla 14, es un formato de recolección de datos de la prueba de peso específico seco máximo y contenido óptimo de humedad del suelo (Figura 15 y Tabla 15), que servirá para elaborar el adobe andino comprimido artesanalmente.

3.4.2.3.3. Ficha de recolección de datos del ensayo de compresión simple.

En la Tabla 16 se presenta un formato para completar los datos del ensayo de resistencia a la compresión que se hizo a cada cubo de adobe de 0.1 m de arista, considerando el patrón sin cemento al 0 %; y utilizando tres opciones de dosificación de cemento Portland tipo IP al 4 %, 10 % y 16 %.

3.4.2.3.4. Ficha de recolección de datos del ensayo de resistencia a la erosión por goteo - erosión acelerada Swinburne (SAET)

En la Tabla 17, se presenta un formato para completar los datos del ensayo de erosión acelerada de Swinburne (SAET), que se hizo a cada unidad de adobe, considerando el patrón (sin cemento, al 0 %) y utilizando tres opciones de dosificación de cemento Portland tipo IP (al 4 %, 10 % y 16 %).

Tabla 5. Formato de encuesta a obreros que elaboran adobe tradicional

	
UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO, CUSCO, EN EL 2021	
Encuesta de campo: Encuesta a obreros que elaboran adobe tradicional	
Lugar: Distrito de San Jerónimo	
Responsable: Elvis Vargas Saire	
Nombre de los obreros que elaboran adobes tradicionales	
Obrero 01:	
Obrero 02:	
Obrero 03:	
Obrero 04:	
Obrero 05:	
¿De qué lugar traen el material para la elaboración de adobes?	
Obrero 01	
Obrero 02	
Obrero 03	
Obrero 04	
Obrero 05	
¿Realizan algún tipo de selección con el material?	
Obrero 01	
Obrero 02	
Obrero 03	
Obrero 04	
Obrero 05	
¿Qué cantidad de agua utilizan?	
Obrero 01	
Obrero 02	
Obrero 03	
Obrero 04	
Obrero 05	
¿Cuál es procedimiento que utilizan normalmente para la elaboración de adobes?	
Obrero 01	
Obrero 02	
Obrero 03	
Obrero 04	
Obrero 05	
¿Qué tiempo hacen dormir el material?	
Obrero 01	
Obrero 02	
Obrero 03	
Obrero 04	
Obrero 05	
¿En qué tiempo se arruma el adobe?	
Obrero 01	
Obrero 02	
Obrero 03	
Obrero 04	
Obrero 05	
¿Cuál es el tiempo de secado de los adobes?	
Obrero 01	
Obrero 02	
Obrero 03	
Obrero 04	
Obrero 05	
¿Realizan alguna prueba de calidad del adobe seco?	
Obrero 01	
Obrero 02	
Obrero 03	
Obrero 04	
Obrero 05	
¿A cuánto lo venden el adobe o cuanto cobran por la elaboración de adobes?	
Obrero 01	
Obrero 02	
Obrero 03	
Obrero 04	
Obrero 05	

Tabla 6. Formato de prueba de campo - prueba de olor y mordedura

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>							
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO, CUSCO, EN EL 2021							
Prueba de campo: Olor y mordedura							
Lugar: Distrito de San Jerónimo							
Responsable: Elvis Vargas Saire							
Prueba de campo	Indicadores	Cantidad de muestras de suelo					
		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6
Prueba de olor (se considera apto al suelo sin olor a rancio)	Olor rancio (Suelo orgánico)						
	Conclusión						
Prueba de mordedura (se considera apto al suelo arenoso)	Arenoso (partículas duras que rechinan al masticarlas, sensación desagradable)						
	Limoso (partículas más pequeñas, rechinan solo ligeramente al masticarlas, más suaves que los arenosos)						
	Conclusión						

Tabla 7. Formato de prueba de campo - prueba de color y tacto

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO, CUSCO, EN EL 2021							
Prueba de campo: Color y tacto							
Lugar: Distrito de San Jerónimo							
Responsable: Elvis Vargas Saire							
Prueba de campo	Indicadores	Cantidad de muestras de suelo					
		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6
Prueba de color (se considera apto al suelo inorgánico)	Negro: suelos orgánicos						
	Claros y brillantes (suelos inorgánicos)						
	Gris oscuro (limosos con carbono cálcico, suelos poco cohesivos)						
	Conclusión						
Prueba de tacto (se considera apto al suelo rugoso y arenoso)	Orgánico (rugoso, quebradizo, poco pegajoso)						
	Arenoso (fino y pegajoso)						
	Limosa (lento para deshacerse en el agua)						
	Conclusión						

Tabla 8. Formato de prueba de campo - prueba de brillo y sedimentación

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERONIMO, CUSCO, EN EL 2021							
Prueba de campo: Brillo y sedimentación							
Lugar: Distrito de San Jerónimo							
Responsable: Elvis Vargas Saire							
Prueba de campo	Indicadores	Cantidad de muestras de suelo					
		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6
Prueba de brillo (se considera apto al suelo opaco y brillante)	Opacos: suelos arenosos						
	Mates (suelos inorgánicos)						
	Brillantes (arcilloso)						
	Conclusión						
Prueba de sedimentación (se considera apto al suelo que cumple con la norma)	Cumple con arcilla = 10-20 %; limo = 15-25 %; arena = 55-70 %						
	NO cumple con arcilla = 10-20 %; limo = 15-25 %; arena = 55-70 %						
	Conclusión						

Tabla 9. Formato de prueba de campo - prueba de cintilla y caída de la esfera de barro

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO, CUSCO, EN EL 2021							
Prueba de campo: cintilla y caída de la esfera de barro							
Lugar: Distrito de San Jerónimo							
Responsable: Elvis Vargas Saire							
Prueba de campo	Indicadores	Cantidad de muestras de suelo					
		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6
Prueba de cintilla (se considera apto cuando la cinta se rompe entre 10 cm a 20 cm)	La cinta es menor de 10 cm						
	Suelo aceptable, la cinta alcanza entre 10 cm y 20 cm						
	La cinta alcanza más de 20 cm (arcilloso)						
	Conclusión						
Prueba de caída de bola (se considera apto si no se desmorona)	Falta de agua (si la bola se desmorona en trozos pequeños)						
	Demasiada agua (si la bola no se desmorona)						
	Cantidad óptima de agua (si la bola se desmorona en trozos grandes)						
	Conclusión						

Tabla 10. Formato de prueba de campo - prueba de resistencia seca de la bola y lavado de manos

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO, CUSCO EN EL AÑO 2021							
Prueba de campo: resistencia seca de la bola y lavado de manos							
Lugar: Distrito de San Jerónimo							
Responsable: Elvis Vargas Saire							
Prueba de campo	Indicadores	CANTIDAD DE MUESTRAS DE SUELO					
		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6
Prueba de resistencia seca de la bola (se considera apto cuando la bola no se rompe).	La bola no se rompe (tiene arcilla)						
	La bola se rompe (no tiene arcilla)						
	Conclusión						
Prueba de lavado de manos (se considera apto si no cuesta nada lavarse).	Se dificulta para ser lavada (arcilloso)						
	No cuesta absolutamente nada lavarse (arenoso)						
	Intermedio entre los dos anteriores						
	Conclusión						

Tabla 11. Formato de ensayo de límite de líquido

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO, CUSCO, EN EL 2021							
Ensayo: Límites de Atterberg - Límite de líquido							
Lugar:							
Responsable:						Fecha:	
Número tara	N° golpes	Total peso húmedo + (T)	Total peso seco + (T)	Peso agua	Tara (T)	Muestra peso seco	Y = % humedad

Tabla 12. Formato de ensayo de límite plástico

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO, CUSCO, EN EL 2021							
Ensayo: Límites de Atterberg - Plástico							
Lugar:							
Responsable:						Fecha:	
Número tara	Total peso húmedo + (T)	Total peso seco + (T)	Peso agua	Tara (T)	Muestra peso seco	Contenido de agua	Límite plástico (%)

3.4.3. Validez de instrumentos de investigación

3.4.3.1. Validez de instrumentos.

Según Herrera⁴⁸, la validez es el nivel en el que un instrumento de recolección de datos mide a la variable que se busca cuantificar y la categoriza en rangos

Para validar los instrumentos se tomó lo propuesto por Aiken⁴⁹, que es un coeficiente que permite cuantificar la relevancia de los ítems respecto a un dominio de contenido a partir de las valoraciones de n jueces.

Tabla 13. Formato de ensayo de análisis granulométrico

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO, CUSCO, EN EL 2021					
Ensayo: Análisis granulométrico					
Lugar:					
Responsable:				Fecha:	
Peso inicial de la muestra					
Peso de la muestra después del secado al horno					
Tamiz	Abertura	Peso retenido	Porcentaje de peso retenido	Porcentaje de peso retenido acumulado	Porcentaje que pasa
	(mm)	(gr.)	(%)	(%)	(%)
3/4"	19.050				
3/8"	9.525				
#4	4.763				
#8	2.381				
#16	1.191				
#30	0.595				
#50	0.298				
#100	0.149				
#200	0.074				
Fondo					
Total retenido					

Asimismo, para la validación de instrumentos de recolección de datos, se aplicó la técnica del juicio de expertos recomendada por Palella y Martins⁵⁰, la cual consiste en designar a 3, 5 o 7 expertos en el tema de estudio, a quienes se les entrega un instrumento elaborado conjuntamente con la matriz de consistencia, la operacionalización de variables y una serie de criterios para evaluar cada ítem.

En la presente investigación, los instrumentos de recolección de datos fueron validados por tres expertos. Sus datos se presentan en la Tabla 18.

Los formatos de validación, presentados a los expertos fueron llenados tal como se observa en las tablas 19 al 27. Esto, sobre la base de cada criterio para luego poder obtener un resultado de validez por cada experto.

Tabla 14. Formato para el cálculo de peso específico seco máximo del suelo para elaborar el adobe comprimido

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO, CUSCO, EN EL 2021				
Ensayo: Proctor modificado (formato relaciones humedad - densidad)				
Lugar:				
Responsable:			Fecha:	
Determinación del contenido de humedad				
Muestra N°	P1	P2	P3	P4
N° Tara				
Peso Hum + (T)				
Peso seco + (T)				
Peso agua				
Tara (T)				
Peso suelo seco				
Contenido de humedad (w)				
Determinación de la densidad				
		Volumen del molde:		cm ³
		Peso del molde:		gr
Contenido de Humedad (wm)				
Peso de Suelo + Molde (gr)				
Peso de Suelo Húmedo Compactado (gr)				
Densidad húmeda (gr/cm3)				
Densidad seca (Yseca) (gr/cm3)				



Figura 15. Curva de compactación

Tabla 15. Tabla de resultados (contenido de humedad óptima y densidad seca máxima) en base a la curva de compactación.

Contenido de humedad óptimo (%)		Densidad seca máxima (gr/cm ³)	

Tabla 16. Ficha de recolección de datos del ensayo de resistencia a la compresión (al 0 %, 4 %, 10 % y 16 % de cemento)

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>									
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO, CUSCO, EN EL 2021									
Ensayo: Resistencia a la compresión del adobe sin cemento (al 0 %, 4 %, 10 % y 16 % de cemento)									
Lugar:									
Responsable:							Fecha:		
Unidad de adobe	Adobe comprimido con 0 %, 4 %, 10 % y 16 % de cemento				Carga	Carga	Compresión	Desviación estándar	F'b
	Cubo de adobe	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Kn	Kgf	Kg/cm ²	Delta	Kg/cm ²
Promedios									

Tabla 17. Ficha de recolección de datos para el ensayo de resistencia a la erosión por goteo - erosión acelerada Swinburne (al 0 %, 4 %, 10 % y 16% de cemento)

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO, CUSCO, EN EL 2021				
Ensayo de laboratorio a las unidades de adobe comprimido: Erosión acelerada Swinburne (SAET)				
Norma UNE 41410, España				
Lugar:				
Responsable:			Fecha:	
Adobe comprimido artesanalmente con 0 %, 4 %, 10 % y 16 % de cemento				Día N° 30
Unidad de adobe N°	Tiempo	Oquedad máxima	Oquedad	Criterio de aceptación o rechazo Observaciones
	Mín.	Mm	mm	
1				
2				
3				
4				

Tabla 18. Juicio de expertos

N° Experto	Nombre de expertos	Perfil profesional	Colegiatura
Experto 1	Ing. Didi Denilson Torres Contreras	Ingeniero civil	N° CIP 122206
Experto 2	Mg. Ing. Yesenia Lizvette Conislla Rocca	Ingeniero civil	N° CIP 144172
Experto 3	Mg. Ing. Eigner Roma Villegas	Ingeniero civil	N° CIP 66285

Tabla 19. Formato de validación de criterios - Experto 1 (peso específico)

I. Datos generales

Fecha	23 de abril de 2021.
Validador	Ing. Didi Denilson Torres Contreras.
Cargo e institución donde labora	Residente de obra del Proyecto Calca Urubamba, Instituto de Manejo y Agua y Medio Ambiente.
Instrumento por validar	Ficha de recolección de datos para calcular el peso específico seco máximo del material para elaborar el adobe comprimido.
Objetivo del instrumento	Determinar el peso específico seco máximo del suelo para elaborar el adobe comprimido.
Autor del instrumento	Tesista Elvis Vargas Saire

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30 % de los ítems cumplen con el indicador.
2	Regular (R)	Si entre el 31 % y 70 % de los ítems cumplen con el indicador.
3	Buena (B)	Si más del 70 % de los ítems cumplen con el indicador.

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores.			X	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X		
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
Consistencia	Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con dimensiones.			X	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
Oportunidad	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
Total					

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.90$$

Coeficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

Tabla 20. Formato de validación de criterios – Experto 1 (resistencia a la compresión)

I. Datos generales

Fecha	23 de abril de 2021
Validador	Ing. Didi Denilson Torres Contreras
Cargo e institución donde labora	Residente de obra del Proyecto Calca Urubamba, Instituto de Manejo y Agua y Medio Ambiente.
Instrumento por validar	Ficha de recolección de datos para calcular la resistencia a la compresión del adobe comprimido.
Objetivo del instrumento	Determinar la resistencia a la compresión del adobe comprimido.
Autor del instrumento	Tesista Elvis Vargas Saire

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30 % de los ítems cumplen con el indicador.
2	Regular (R)	Si entre el 31 % y 70 % de los ítems cumplen con el indicador.
3	Buena (B)	Si más del 70 % de los ítems cumplen con el indicador.

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
Consistencia	Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con dimensiones.		X		
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
Oportunidad	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
Total					

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.93$$

Coeficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

Tabla 21. Formato de validación de criterios - Experto 1 (resistencia a la erosión por goteo)

I. Datos generales	
Fecha	23 de abril del 2021
Validador	Ing. Didi Denilson Torres Contreras
Cargo e institución donde labora	Residente de obra del proyecto Calca Urubamba, Instituto de Manejo y Agua y Medio Ambiente
Instrumento por validar	Ficha de recolección de datos para calcular la resistencia a la erosión por goteo del adobe comprimido (erosión acelerada - SAET).
Objetivo del instrumento	Determinar la resistencia a la erosión por goteo del adobe comprimido.
Autor del instrumento	Tesista Elvis Vargas Saire

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30 % de los ítems cumplen con el indicador.
2	Regular (R)	Si entre el 31 % y 70 % de los ítems cumplen con el indicador.
3	Buena (B)	Si más del 70 % de los ítems cumplen con el indicador.

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
Consistencia	Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con las dimensiones.			X	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
Oportunidad	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
Total					

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.93$$

Coefficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

Tabla 22. Formato de validación de criterios – Experto 2 (peso específico)

I. Datos generales

Fecha	23 de abril de 2021
Validador	M. Ing. Yesenia Lizvette Conislla Rocca
Cargo e institución donde Labora	Residente de obra – Freak Constructores y Consultores S.R. L.
Instrumento por validar	Ficha de recolección de datos para calcular el peso específico de seco máximo del suelo para elaborar el adobe comprimido.
Objetivo del instrumento	Determinar el peso específico seco máximo del material para elaborar el adobe comprimido.
Autor del instrumento	Tesista Elvis Vargas Saire

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30 % de los ítems cumplen con el indicador.
2	Regular (R)	Si entre el 31 % y 70 % de los ítems cumplen con el indicador.
3	Buena (B)	Si más del 70 % de los ítems cumplen con el indicador.

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
Consistencia	Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con dimensiones.			X	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
Oportunidad	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
Total					

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.93$$

Coefficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

Tabla 23. Formato de validación de criterios - Experto 2 (resistencia a la compresión)

I. Datos generales	
Fecha	23 de abril de 2021
Validador	M. Ing. Yesenia Lizvette Conislla Rocca
Cargo e institución donde labora	Residente de Obra - Freak Constructores y Consultores S.R.L.
Instrumento por validar	Ficha de recolección de datos para calcular la resistencia a la compresión del adobe comprimido.
Objetivo del instrumento	Determinar la resistencia a la compresión del adobe comprimido.
Autor del instrumento	Tesista Elvis Vargas Saire

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30 % de los ítems cumplen con el indicador.
2	Regular (R)	Si entre el 31 % y 70% de los ítems cumplen con el indicador.
3	Buena (B)	Si más del 70 % de los ítems cumplen con el indicador.

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(1)	(2)	(3)	
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
Consistencia	Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con dimensiones.			X	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
Oportunidad	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
Total					

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.90$$

Coeficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

Tabla 24. Formato de validación de criterios - Experto 2 (resistencia a la erosión por goteo)

I. Datos generales	
Fecha	23 de abril del 2021
Validador	M. Ing. Yesenia Lizvette Conislla Rocca
Cargo e institución donde Labora	Residente de Obra - Freak Constructores y Consultores S.R.L.
Instrumento por validar	Ficha de recolección de datos para calcular la resistencia a la erosión por goteo (erosión acelerada - SAET).
Objetivo del instrumento	Determinar la resistencia a la erosión por goteo del adobe comprimido.
Autor(es) del instrumento	Tesista Elvis Vargas Saire

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30 % de los ítems cumplen con el indicador.
2	Regular (R)	Si entre el 31 % y 70 % de los ítems cumplen con el indicador.
3	Buena (B)	Si más del 70 % de los ítems cumplen con el indicador.

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación.			X	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X		
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X		
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
Consistencia	Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con dimensiones.			X	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
Oportunidad	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
Total					

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.83$$

Coeficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

Tabla 25. Formato de validación de criterios - Experto 3 (peso específico)

I. Datos generales

Fecha	23 de abril de 2021.
Validador	Mg. Ing. Eigner Roman Villegas.
Cargo e institución donde labora	Docente de la Universidad Continental, sede Cusco.
Instrumento por validar	Ficha de recolección de datos para calcular el peso específico seco máximo del material para elaborar el adobe comprimido.
Objetivo del instrumento	Determinar el peso específico seco máximo del material para elaborar el adobe comprimido.
Autor del instrumento	Tesista Elvis Vargas Saire.

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30 % de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31 % y 70 % de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70 % de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación.			X	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.		X		
Consistencia	Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con dimensiones.			X	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
Oportunidad	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
Total					

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.97$$

Coeficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

Tabla 26. Formato de validación de criterios - Experto 3 (resistencia a la compresión)

I. Datos generales	
Fecha	23 de abril de 2021.
Validador	Mg. Ing. Eigner Roman Villegas.
Cargo e institución donde labora	Docente de la Universidad Continental - Sede Cusco.
Instrumento por validar	Ficha de recolección de datos para calcular la resistencia a la compresión del adobe comprimido.
Objetivo del instrumento	Determinar la resistencia a la compresión del adobe comprimido.
Autor del instrumento	Tesista Elvis Vargas Saire.

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(1)	(2)	(3)	
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
Consistencia	Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con dimensiones.			X	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
Oportunidad	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
Total					

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.97$$

Coeficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

Tabla 27. Formato de Validación de Criterios – Experto 3 (Resistencia a la erosión goteo)

I. Datos generales

Fecha	23 de abril del 2021
Validador	Mg. Ing. Eigner Roman Villegas
Cargo e institución donde labora	Docente de la Universidad Continental – Sede Cusco
Instrumento por validar	Ficha de recolección de datos para calcular la resistencia a la erosión por goteo (erosión acelerada Swinburne - SAET).
Objetivo del instrumento	Determinar la resistencia a la erosión por goteo del adobe comprimido.
Autor del instrumento	Tesista Elvis Vargas Saire.

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30 % de los ítems cumplen con el indicador.
2	Regular (R)	Si entre el 31 % y el 70 % de los ítems cumplen con el indicador.
3	Buena (B)	Si más del 70 % de los ítems cumplen con el indicador.

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores.			X	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
Consistencia	Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con dimensiones.		X		
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
Oportunidad	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
Estructura	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
Total					

III. Coeficiente de validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.93$$

Coefficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

De las tablas 19 a la 27 (formatos de validación de criterios) se pudo obtener los resultados que se muestran en la Tabla 28.

Tabla 28. Resultados de validez por juicio de expertos

Instrumento	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Promedio
Ficha para calcular el peso específico seco máximo del material.	0.90	0.93	0.97	0.93
Ficha para calcular la resistencia a la compresión.	0.93	0.90	0.97	0.93
Ficha para calcular la resistencia a la erosión por goteo.	0.93	0.83	0.93	0.90
Resultado: Validez muy buena				

De acuerdo con los coeficientes de validez de cada instrumento, los resultados fueron óptimos, al encontrarse por encima de 0.40.

3.4.3.2.1. Interpretación de la V Aiken⁴⁹.

En la Tabla 29 se definió la V de Aiken⁴⁹, en la que se cuantificó la relevancia de los ítems respecto de un dominio de contenido según las valoraciones de los expertos consultados. Las valoraciones y resumen de evaluación de cada ficha se presentan en las tablas 30, 31 y 32.

Tabla 29. Tabla para la interpretación de la V de Aiken⁴⁹

V Aiken	Interpretación
0.00 - 0.79	Débil
0.80 - 0.89	Aceptable
0.90 - 1.00	Fuerte

Tabla 30. Tabla resumen de evaluación de ficha de recolección de datos del peso específico máximo

Ítems	Expertos			Suma de acuerdos total (s)	V Aiken	Descripción
	1	2	3			
1	2	2	2	6	1	Fuerte
2	2	2	2	6	1	Fuerte
3	1	1	2	4	0.67	Débil
4	1	2	2	5	0.83	Aceptable
5	2	2	1	5	0.83	Aceptable
6	2	2	2	6	1	Fuerte
7	2	2	2	6	1	Fuerte
8	2	2	2	6	1	Fuerte
9	2	2	2	6	1	Fuerte
10	1	1	2	4	0.67	Débil
Media					1	Fuerte

Tabla 31. Tabla resumen de evaluación de ficha de recolección de datos del ensayo de compresión simple (resistencia a la compresión)

Ítems	Expertos			Suma de acuerdos total (s)	V Aiken	Descripción
	1	2	3			
1	2	2	2	6	1	Fuerte
2	2	2	2	6	1	Fuerte
3	2	1	2	5	0.83	Aceptable
4	2	2	2	6	1	Fuerte
5	2	2	2	6	1	Fuerte
6	1	2	2	5	0.83	Aceptable
7	1	2	2	5	0.83	Aceptable
8	2	1	2	5	0.83	Aceptable
9	2	2	2	6	1	Fuerte
10	2	1	1	4	0.67	Débil
Media					0.92	Fuerte

Tabla 32. Tabla resumen de evaluación por ítems de cada experto

Ítems	Expertos			Suma de acuerdos total (s)	V Aiken	Descripción
	1	2	3			
1	2	2	2	6	1	Fuerte
2	2	1	2	5	0.83	Aceptable
3	1	1	2	4	0.67	Débil
4	2	1	2	5	0.83	Aceptable
5	2	2	2	6	1	Fuerte
6	1	2	2	5	0.83	Aceptable
7	2	2	1	5	0.83	Aceptable
8	2	1	1	4	0.67	Débil
9	2	2	2	6	1	Fuerte
10	2	1	2	5	0.83	Aceptable
Media					0.83	Aceptable

En el caso de la Tabla 30, el instrumento de investigación, que fue el peso específico máximo, tuvo un coeficiente de validez de 1, lo indica que es fuerte, debido a que la media del coeficiente de Aiken⁴⁹ se encuentra en el intervalo de 0.90 a 1.

Con respecto de la Tabla 31, la resistencia a la compresión tuvo una validez de 0.92, lo cual también señala que es fuerte, al encontrarse la media del coeficiente de Aiken⁴⁹ entre 0.90 y 1.

Por último, según se presenta en la Tabla 32, el resumen de lo investigado tuvo un coeficiente de validez de 0.83, lo cual es aceptable, porque la media del coeficiente de Aiken⁴⁹ se encuentra entre 0.80 y 0.89.

3.4.4. Procedimiento de recolección de datos

3.4.4.1. Ubicación de la elaboración y recolección de datos.

La recolección de datos para la presente investigación se realizó en el distrito de San Jerónimo de la provincia y departamento de Cusco. La ubicación de San Jerónimo se presenta en la Figura 16, en color rojo.



Figura 16. Mapa del Cusco.

La elaboración de los adobes se realizó en el sector de Pillao Matao del distrito de San Jerónimo de la provincia y departamento de Cusco; su ubicación física de presenta en la Figura 17.



Figura 17. Sector Pillao Matao.
Tomado del Google Earth. Coordenadas UTM del sector para elaborar adobes comprimidos: Norte: 8500230 S; Este: 185551 E.

3.4.4.1. Encuesta a obreros que elaboran adobes en San Jerónimo.

Se preguntó a los obreros que elaboran de adobes tradicionales del distrito de San Jerónimo de donde se tomaron las muestras de suelo para la elaboración del adobe comprimido (véase la Figura 18). La encuesta se presenta en la Tabla 33.



Figura 18. Obreros que fabrican adobes tradicionales.

Tabla 33. Encuesta elaborada a obreros que elaboran adobe tradicional

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO, CUSCO, EN EL 2021	
Encuesta de campo: Encuesta a obreros que elaboran adobe tradicional.	
Lugar: Distrito de San Jerónimo.	
Responsable: Elvis Vargas Saire.	Fecha: 10/04/2021
Nombre de los obreros que elaboran adobes tradicionales.	
Obrero 1:	Sr. Nazario Puma Amao
Obrero 2:	Sr. Angelino Huamán
Obrero 3:	Sr. Jesús Quispe
Obrero 4:	Sr. Armando Ochoa
Obrero 5:	Sr. Pavel Pilco
¿De qué lugar traen el material para la elaboración de adobes?	
Obrero 1:	Material que proviene de desmontes.
Obrero 2:	Me traen de una cantera de San Jerónimo.
Obrero 3:	Me traen material que hay por acá cerca (sector Pillao Matao).
Obrero 4:	Hago traer de una cantera.
Obrero 5:	Desmontes y también con material de una cantera en San Jerónimo.
¿Realizan algún tipo de selección con el material?	
Obrero 1:	Ninguno.
Obrero 2:	La cantera selecciona.
Obrero 3:	Ninguno.
Obrero 4:	La cantera escoge el material.
Obrero 5:	Solo la cantera sabe cómo selecciona.
¿Qué cantidad de agua utilizan?	
Obrero 1:	Aproximadamente un litro de agua potable por adobe, la idea es que sea manejable el barro.
Obrero 2:	Trato de que sea manejable el barro, calculo la cantidad al preparar.
Obrero 3:	El barro tiene que esta manejable, según voy mezclando echo agua.
Obrero 4:	No calculo la cantidad, busco que la mezcla sea trabajable.
Obrero 5:	Por adobe tal vez un litro o menos.
¿Cuál es procedimiento que utilizan normalmente para la elaboración de adobes?	
Obrero 1:	Tengo todos los materiales, piso con agua para luego hacer dormir hasta el día siguiente.
Obrero 2:	Pongo el agua y la paja, luego los piso para que pueda dormir.
Obrero 3:	Retiro las piedras, echo agua, mezclo con paja y se hace dormir hasta el día siguiente, una vez que duerme empiezo a moldear.
Obrero 4:	Coloco el agua y la paja, se pisa para que duerma toda la noche.
Obrero 5:	Escojo las piedras, preparo todo el material, agua, tierra y para que pueda pisar y esperar un día para poder moldear.
¿Qué tiempo hacen dormir el material?	
Obrero 1:	Duerme toda la noche y moldeo en la mañana.
Obrero 2:	Una noche.
Obrero 3:	Toda la noche se hace dormir para luego moldear.
Obrero 4:	En la tarde dejo listo, duerme en la noche 10 a 12 horas.
Obrero 5:	Toda una noche duerme.
¿En qué tiempo se arruma el adobe?	
Obrero 1:	Cinco a siete días.
Obrero 2:	Una semana.
Obrero 3:	Una semana o un poco más.
Obrero 4:	Seis días.
Obrero 5:	Una semana.
¿Cuál es el tiempo de secado de los adobes?	
Obrero 1:	En una semana ya están listos.
Obrero 2:	Una semana a dos.
Obrero 3:	Quince días.
Obrero 4:	Diez a quince días.
Obrero 5:	Una semana o un poco más de quince días.
¿Realizan alguna prueba de calidad del adobe seco?	
Obrero 1:	No.
Obrero 2:	No.
Obrero 3:	No tengo problemas con mis adobes, por eso trabajo de la misma manera.
Obrero 4:	No.
Obrero 5:	Ninguno.
¿A cuánto lo venden el adobe o cuanto cobran por la elaboración de adobes?	
Obrero 1:	S/ 0.80 un adobe.
Obrero 2:	S/ 0.50 un adobe.
Obrero 3:	S/ 0.70 o S/ 0.80 un adobe.
Obrero 4:	Puedo dar a S/ 450 un millar de adobes.
Obrero 5:	S/ 0.70 un adobe.

3.4.4.2. Selección del cemento.

Se decidió escoger el cemento que está en cualquier ferretería en San Jerónimo, que es el Yura tipo IP.

3.4.4.3. Pruebas de campo que se realizó a la materia prima (suelo).

Para los ensayos, se tomó muestras del suelo con el que se elaboran los adobes andinos en el distrito de San Jerónimo. Primero se realizó el proceso de cuarteo con la tierra; luego se extrajo muestras representativas de la materia prima (véase la Figura 19).



Figura 19. Muestras de suelos con los que se hizo las pruebas de campo.

3.4.4.3.1. Prueba de olor.

Una vez realizado el cuarteo de las muestras representativas del suelo, se realizó la prueba de olor. Para ello, simplemente se tomó una porción de suelo y se olió, para detectar si había moho o un aroma a rancio. Si hubiera sido así, entonces, la muestra habría contenido materia orgánica (véase la Figura 20).



Figura 20. Prueba de olor.

3.4.4.3.2. Prueba de la 'mordedura'.

Se tomó un poco de la muestra representativa del suelo y se mordió con los dientes para determinar su tipo. Con esta prueba se determinó si el suelo era arenoso, limoso o arcilloso, según el rechinar de los dientes (véase la Figura 21).



Figura 21. Prueba de la 'mordedura'.

El resultado de las pruebas referidas se muestra en la Tabla 34.

3.4.4.3.3. Prueba del color.

La prueba se realizó con la muestra seca para evitar confusiones. Si los colores eran claros y brillantes, se trataría de suelos inorgánicos; si las muestras presentaban colores oscuros, serían suelos orgánicos; y si tenían tonos grisáceos, se trataría de suelos limosos y poco cohesivos. Las muestras secas seleccionadas se muestran en la Figura 22.

3.4.4.3.4. Prueba del tacto.

La prueba se realizó tomando una porción de suelo, y con la ayuda de los dedos se determinó si este presentaba partículas de diferentes tamaños, asociando la rugosidad de cada suelo según el tamaño de sus partículas. Esto puede verse en la Figura 23; mientras que en la Tabla 35 se presenta un resumen de las pruebas de color y de tacto.

3.4.4.3.5. Prueba del brillo.

Procedimiento: La prueba se realizó humedeciendo el suelo y formando bolas de casi una pulgada de diámetro (lo que cupiera en la mano). Luego, se cortó la bola de suelo por la mitad con un cuchillo y se observó cada superficie. Según el brillo de la superficie se pudo determinar si correspondía a un suelo con presencia de arcilla, limo o arena.

Tabla 34. Recolección de datos de prueba de campo - prueba de olor y mordedura

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERONIMO, CUSCO EN EL 2021							
Prueba de campo: Olor y mordedura.							
Lugar: Distrito de San Jerónimo.							
Responsable: Elvis Vargas Saire.				Fecha: 10/04/2021			
Prueba de campo	Indicadores	Cantidad de muestras de suelo					
		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6
Prueba de olor (se considera apto al suelo sin olor a rancio)	Olor rancio (Suelo orgánico)	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí
	Conclusión	Apto	Apto			Apto	Apto
Prueba de mordedura (se considera apto al suelo arenoso).	Arenoso (Partículas duras que rechinan al masticarlas, sensación desagradable)	Sí	No	No	No	Sí	Sí
	Limoso (partículas más pequeñas, rechinan solo ligeramente al masticarlas, más suaves que los arenosos).	Sí	Sí	No	No	No	Sí
	Conclusión	Apto					Apto

3.4.4.3.6. Prueba de sedimentación.

Procedimiento: En esta prueba se puso una misma cantidad de suelo en una botella transparente con agua, que luego se agitó en forma enérgica y se dejó reposar durante cinco horas (como mínimo) para que la tierra se sedimente. De esa manera, se observó que los suelos con mayor contenido de arcilla demoraba en sedimentar, pero no así los que tenía una mayor composición de arena, tal como se observa en las figuras 25 y 26.



Figura 22. Prueba de color.



Figura 23. Prueba de tacto.

El resumen de datos de las pruebas de brillo y de sedimentación se presentan en la Tabla 36.

3.4.4.3.7. Prueba de la cintilla.

Procedimiento: La prueba es para determinar la plasticidad del suelo y qué material predomina en este.

Primero se realizó una esfera, que luego se enrolló para obtener unos cilindros o cintillas de 20 cm de largo. Las cintillas se colocaron de modo vertical para que se rompan, producto de la gravedad.

Tabla 35. Recolección de datos de prueba de campo - prueba de color y tacto

Prueba de campo		Indicadores	Cantidad de muestras de suelo					
			Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6
Prueba de color (se considera apto al suelo inorgánico).		Negro: suelos orgánicos	No	No	Sí	No	No	No
		Claros y brillantes (suelos inorgánicos)	Sí	No	No	No	Sí	Sí
		Gris oscuro (limosos con carbono cálcico, suelos poco cohesivos)	Sí	Sí	No	Sí	No	Sí
		Conclusión	Apto					Apto
Prueba de tacto (se considera apto al suelo rugoso y arenoso).		Orgánico (rugoso, quebradizo, poco pegajoso)	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí
		Arenoso (fino y pegajoso).	Sí	Sí	No	No	No	Sí
		Limosa (lento para deshacerse en el agua).	No	No	Sí	No	No	Sí
		Conclusión						Apto



Figura 24. Prueba de brillo.



Figura 25. Prueba de sedimentación (muestras antes de la sedimentación).



Figura 26. Prueba de sedimentación.

Tabla 36. Recolección de datos de prueba de campo – Prueba de brillo y sedimentación

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO, CUSCO, EN EL 2021							
Prueba de campo: Brillo y sedimentación.							
Lugar: Distrito de San Jerónimo.							
Responsable: Elvis Vargas Saire				Fecha: 10/04/2021			
Prueba de campo	Indicadores	Cantidad de muestras de suelo					
		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6
Prueba de brillo (se considera apto al suelo opaco y brillante)	Opacos: suelos arenosos	Sí	No	No	Sí	No	Sí
	Mates (suelos inorgánicos)	No	Si	No	No	No	Sí
	Brillantes (arcilloso)	Sí	Si	No	No	Sí	Sí
	Conclusión	Apto					Apto
Prueba de sedimentación (se considera apto al suelo que cumple con la norma)	Cumple con arcilla = 10-20%; limo = 15-25%; arena = 55-70%	Sí					Sí
	No cumple con arcilla = 10-20%; limo = 15-25%; arena = 55-70%		No	No	No	No	
	Conclusión	Apto					Apto

De esa manera, se midió la distancia en la cual se rompió cada cintilla para determinar qué material predominaba en las muestras. Las cintillas que rompieron entre los 10 cm y 20 cm correspondieron a mejores suelos para elaborar adobes. Véase la Figura 27.

La norma E.080²⁶ indica que, si la cinta alcanza entre 20 cm y 25 cm de longitud, se trata de un suelo muy arcilloso; y si esta se rompe a los 10 cm o menos, el suelo tiene poco contenido de arcilla²⁶.

3.4.4.3.8. Prueba de la caída de la esfera de barro.

Procedimiento: La prueba es para determinar la humedad óptima de fabricación de adobes; sin embargo, se sabe que el contenido de humedad siempre es mayor a la de esta prueba realizada in situ. Así, se moldeó bolas de casi 5 cm de diámetro, que

luego se dejaron caer desde una altura de 1.20 m, para observar los efectos del impacto en el suelo (véase la Figura 28).



Figura 27. Prueba de cintilla.



Figura 28. Prueba de la caída de la esfera de barro.

El consolidado de datos de las pruebas de cintillas y de caída de las esferas de barro se presenta en la Tabla 37.

3.4.4.3.9. *Prueba de la resistencia seca de la esfera de barro.*

Procedimiento: Se elaboraron bolas de casi 2 cm de diámetro y se dejaron secar durante 24 horas; luego fueron comprimidas, presionando con fuerza con el dedo pulgar para ver si estas se rompían con facilidad (véase la Figura 29).

3.4.4.3.10. *Prueba de lavado de manos.*

Esta prueba consiste en lavarse las manos luego que se manipuló las muestras de suelo y quedaron restos de ellas en las manos. Con el tacto se determinó si existían limo, arcilla o arena, durante el lavado de manos.

Tabla 37. Recolección de datos de prueba de campo - Prueba de cintilla y caída de la esfera de barro

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO, CUSCO, EN EL 2021							
Prueba de campo: Cintilla y caída de la esfera de barro.							
Lugar: Distrito de San Jerónimo							
Responsable: Elvis Vargas Saire				Fecha: 10/04/2021			
Prueba de campo	Indicadores	Cantidad de muestras de suelo					
		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6
Prueba de cintilla (se considera a apto cuando la cinta se rompe entre 10 cm a 20 cm)	La cinta es menor de 10cm	Sí					
	Suelo aceptable, la cinta alcanza entre 10 cm y 20 cm.						Sí
	La cinta alcanza más de 20 cm (arcilloso).		No	No	No	No	
	Conclusión						Apto
Prueba de caída de bola (se considera a apto si no se desmorona)	Falta de agua (si la bola se desmorona en trozos pequeños).					No	
	Demasiada agua (si la bola no se desmorona).		No	No	No		
	Cantidad optima de agua (si la bola se desmorona en trozos grandes).	Sí					Sí
	Conclusión	Apto					Apto



Figura 29. Prueba de la caída de la resistencia seca de la esfera de barro.



Figura 30. Prueba de lavado de manos.

El resumen de la información obtenida de las pruebas de resistencia seca de la esfera de barro y de lavado de manos, se presenta en la Tabla 38.

3.4.4.4. Pruebas de laboratorio.

3.4.4.4.1. Límites de Atterberg.

a. Límite líquido:

- **Equipos:** Equipo de Casagrande (referencia: Norma ASTM N° D 4318), Balanza de sensibilidad, Tamiz N° 40, ranurador, taras, espátulas y recipiente.
- **Procedimiento:**
 - El material o muestra de suelo se tiene que tamizar a través de la malla N° 40. Después, se coloca una porción de material en un recipiente de porcelana y se adiciona gradualmente agua, para humedecer el suelo y conseguir una consistencia homogénea.
 - Se calibra el equipo de Casagrande, en el que la altura exacta de caída sea de 10 mm. La copa de bronce del equipo de Casagrande se limpió y secó completamente antes de realizar el ensayo. Luego, se colocó el suelo homogéneo en la cuchara en el equipo, entre 50 gr y 70 gr, de tal manera que se obtuvo una superficie plana en la copa de 1 cm de altura. Con la espátula se niveló de forma horizontal y con el acanalador se realizó un surco del interior hacia el exterior.

Tabla 38. Recolección de datos de prueba de campo - prueba de cintilla y caída de la esfera de barro

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL							
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO, CUSCO, EN EL 2021							
Prueba de campo: Resistencia seca de la bola y lavado de manos							
Lugar: Distrito de San Jerónimo							
Responsable: Elvis Vargas Saire						Fecha: 10/04/2021	
Prueba de campo	Indicadores	Cantidad de muestras de suelo					
		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6
Prueba de resistencia seca de la bola (se considera apto cuando la bola no se rompe).	La bola no se rompe (tiene arcilla).	X			X		X
	La bola se rompe (no tiene arcilla).		X	X		X	
	Conclusión	Apto			Apto		Apto
Prueba de lavado de manos (se considera apto si no cuesta nada lavarse).	Se dificulta para ser lavada (arcilloso).		X	X	X	X	
	No cuesta absolutamente nada lavarse (arenoso).						X
	Intermedio entre los dos anteriores.	X					
	Conclusión						Apto

- Se volteó la manivela del equipo de Casagrande a una revolución de casi dos golpes por segundo, tomando en cuenta que la copa caía de una altura de 1 cm, hasta que se cerró en la base del surco, en una longitud de media pulgada.
- Se registró el número de golpes a cada ensayo realizado, teniendo en cuenta los siguientes rangos: 25-35 golpes, 20-30 golpes; 15-25 golpes.
- Se colocó una muestra de casi 10 gr de suelo de cada ensayo en las latas de toma de muestras, que fueron pesadas y colocadas en un horno eléctrico por un mínimo de ocho horas.
- Al día siguiente, se retiraron las muestras para medir el peso correspondiente. Los fueron registrados y procesados.

Esta prueba puede verse en la Figura 31.



Figura 31. Ensayo de límite líquido.

b. Recolección de datos: Véase la Tabla 39.

Tabla 39. Recolección de datos de las pruebas de laboratorio y de límite líquido

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO, CUSCO, EN EL 2021							
Ensayo: Límites de Atterberg - límite líquido							
Lugar: Estudio Geotécnico y Mecánica de Suelos INGENIO ANDES							
Responsable: Elvis Vargas Saire						Fecha: 16/04/2021	
Número tara	Nº golpes	Total peso húmedo + (T)	Total peso seco + (T)	Peso agua	Tara (T)	Muestra peso seco	Y = % humedad
11		17	15.30		11.80		
15		17.10	15.40		11.40		
23		16.20	15		11.30		
35		17.10	16.50		11.50		

3.4.4.4.1. Límite plástico.

a. Equipos: Balanza de sensibilidad, tamiz N° 40, horno eléctrico, vasija de porcelana, placa de vidrio, taras, varilla de 3 mm, espátulas y recipiente (véase la Figura 32).



Figura 32. Ensayo de límite plástico.

b. Procedimiento:

- Con el suelo pasante, en la malla N° 40, se colocó un poco de material en una vasija de porcelana en la que fue agregándose en forma gradual agua hasta humedecer el suelo y obtener una pasta homogénea.
- Se tomó una porción de suelo de casi 1 cm³ de volumen, que se colocó sobre una placa de vidrio esmerilado (vidrio poroso). Luego, se realizaron pequeños cilindros o bastones de casi 3 mm de diámetro, haciéndolos rodar con las yemas de los dedos de la mano.
- Esta operación se realizó hasta conseguir cilindros de 3 mm de diámetro que se desmoronaran en trozos de menos de 1 cm de longitud. Se repitió el procedimiento con porciones de casi 1 cm³, de la misma muestra de suelo.
- Después, se midió el peso de las muestras hasta reunir al menos 6 gr, que fueron colocadas en las latas para llevarse al horno por 24 horas. Al día siguiente se retiraron las muestras para registrar los pesos.
- Al final, se anotaron y procesaron los datos (véase la Tabla 40), y se calculó el índice de plasticidad (IP=LL-LP).

Los datos de las pruebas de laboratorio y límite plástico se presentan en la Tabla 40.

Tabla 40. Recolección de datos de ensayo de laboratorio y de límite plástico

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO, CUSCO, EN EL 2021							
Ensayo: Límites de Atterberg - plástico							
Lugar:							
Responsable:						Fecha: 16/04/2021	
Número o tara	Total peso húmedo + (T)	Total Peso Seco + (T)	Peso agua	Tara (T)	Muestra peso seco	Contenido de agua	Límite plástico (%)
13	16.6	16.5		16.10			
22	16.3	16.2		15.70			

3.4.4.4.2. Ensayo de compactación - Proctor modificado.

a. Equipos: Molde de 4" (101.6 mm) y un volumen de 0.0333 pie³ (944 cm³); un plato base y un collar de extensión de 2", pisón o martillo, balanza, regla metálica, tamiz N° 4, horno de secado; y otros implementos como cucharas, mezclador y probeta.

b. Procedimiento:

- Se preparan las muestras. Tienen que ser cuatro, mínimo, con contenidos de agua cercanos al CHO, por debajo o por encima (véase la Figura 33).
- Se determinan y toma nota de los pesos y volúmenes del molde.
- Se coloca la primera capa en el molde y aplican 25 golpes, de acuerdo con el método de ensayo de compactación (Método A).
- Se compactó el suelo en cinco capas. Cada capa tuvo casi el mismo espesor. Se aplicaron golpes en una relación uniforme de casi 25 por minuto (véase la Figura 34).
- Luego de la compactación de la última capa, se retiró el collar y el plato base del molde.
- Se enrasó el espécimen compactado, con el fin de generar una superficie plana. Si hubiese existido algún hoyo en la superficie, este se hubiese rellenado con suelo que no se usó o en todo caso con el suelo retirado al enrasar.



Figura 33. Preparación del espécimen.



Figura 34. Compactación del espécimen.

- Se determinó el peso del espécimen y molde, y se anotaron los datos correspondientes (véase la Figura 35).



Figura 35. Pesado de espécimen y retira de muestras para determinar contenido de humedad.

- Así, se determinó y registró el peso del suelo ensayado. Luego se removió el material del molde para extraer porciones y con ello determinó el contenido de humedad. Las muestras de suelo fueron llevadas al horno.
- Se repite el procedimiento para los cuatro especímenes (cuatro puntos compactados) a diferentes contenidos de humedad, dos de los cuales se quedaron en el lado seco de la curva de compactación; y los otros dos, en el lado húmedo de dicha curva.

3.4.4.4.3. Análisis granulométrico por tamizado.

a. Equipos: Juego de tamices, balanza de precisión, recipientes de diferentes tamaños, brocha de cerdas y brocha de hierro.

b. Procedimiento:

- Para el análisis granulométrico se tiene que tamizarse la muestra de suelo en campo con la malla de 3/8" para la elaboración de adobes.

- Luego se cuartearon y pesaron las muestras para obtener muestras representativas. Tras ello, se lavó la muestra representativa con el tamiz N° 200, hasta que el agua del lavado se convirtió en transparente. Terminando el lavado se llevó hacia el horno eléctrico por 24 horas.
- Una vez que se tuvo las muestras de suelo, se procedió a pesar y luego con el tamizado mecánico, por cinco minutos. Se ordenaron los tamices de menor a mayor abertura con el fondo en la base.
- Tras el tamizado, se pesó el suelo retenido en cada tamiz con la ayuda de un recipiente y una brocha. Este proceso se presenta en la Figura 36.



Figura 36. Análisis granulométrico por tamizado.

En la Tabla 41 se presenta un resumen de la información obtenida en el análisis granulométrico por tamizado.

3.4.4.4.4. Preparación de adobes comprimidos con cemento y sin cemento.

- a. Equipos:** Una balanza, una malla de $\frac{1}{4}$ ", un pico, una pala, cemento Yura tipo IP y el molde para compresión de los adobes.

Tabla 41. Recolección de datos de análisis granulométrico por tamizado

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO, CUSCO, EN EL 2021					
Ensayo: Análisis granulométrico por tamizado.					
Lugar: Estudio Geotécnico y Mecánica de Suelos INGENIO ANDES					
Responsable: Elvis Vargas Saire				Fecha: 17/04/2021	
Peso inicial de la muestra					
Peso de la muestra después del secado al horno					
Tamiz	Abertura	Peso Retenido	Porcentaje de peso retenido	Porcentaje de peso retenido acumulado	Porcentaje que pasa
	(mm)	(gr.)	(%)	(%)	(%)
3/4"	19.050	0			
3/8"	9.525	0			
#4	4.763	13.2			
#8	2.381	28.5			
#16	1.191	43.4			
#30	0.595	48.3			
#50	0.298	62.4			
#100	0.149	70.2			
#200	0.074	98.4			
Fondo		435.6			
Total retenido		800			

b. Procedimiento:

- Con los resultados de las pruebas de campo y de laboratorio para la selección del suelo apropiado, se realizó el cálculo del volumen de tierra seca que se necesita para la elaboración de un adobe comprimido con el uso de la gavera.
- Teniendo el cálculo del peso de la tierra para la fabricación de un adobe, se calculó la cantidad total de tierra para la fabricación de los adobes comprimidos, adobes estabilizados comprimidos con 4 % de cemento, adobes estabilizados comprimidos con 10 % de cemento, y adobes estabilizados comprimidos con 16 % de cemento.
- Con el dato del peso de la tierra que entra en la fabricación de un adobe (véase la Figura 37), se calculó la cantidad en peso de los porcentajes de cemento para cada una de las dosificaciones.
- La cantidad de tierra que se necesitó para la fabricación de los adobes comprimidos fue previamente tamizada con la malla de ¼" de abertura, para separar piedras mayores a 15 mmy otros materiales extraños (véase la Figura 38).



Figura 37. Pesado de porcentaje de cemento.



Figura 38. Separación de piedras mayores a 5 mm y otros materiales extraños.

- Debe tenerse en cuenta que en la fabricación de los adobes se realizó el siguiente método de preparación:
 - **Primero:** En la preparación de barro sea agregó agua en una cantidad igual al contenido óptimo de humedad (no fue necesario 'hacer dormir' la mezcla de un día para otro, véase la Figura 39). Para la compresión en la máquina

se añadió el cemento con los pesos calculados para cada dosificación de 4 % (480 gr), 10 % (1.2 kg) y 16 % (1.92 kg). Véase la Figura 40.



Figura 39. Preparación del barro con adición de agua.



Figura 40. Mezcla del suelo con cemento.

- **Segundo:** Se depósito la mezcla en la máquina de compresión en tres capas. Cada capa fue sometida a 30 golpes (véase la Figura 41).
- Teniéndose en cuenta lo antes mencionado, se humedeció la tierra y el cemento para cada dosificación, hasta volverse una mezcla homogénea (véase la Figura 42).
- La mezcla de tierra y cemento luego se compactó en tres capas, en cada dosificación y agua, hasta formar un barro homogéneo. Luego se comprimió usando las dos gatas de 2 toneladas, para finalmente extraerse el adobe del

molde (véase la Figura 43).



Figura 41. Golpes en cada capa.



Figura 42. Proceso de mezclado y colocación de mezcla en la máquina de compresión.



Figura 43. Proceso de compresión del adobe.

- Se limpió el molde metálico de la máquina para que el barro no se pegara en las paredes de esta (véase la Figura 44).



Figura 44. Limpieza del molde metálico de la máquina.

- A los tres días se giraron los adobes para que terminen de secar (véase la Figura 45); a los siete días, se almacenaron, cubriéndolos del sol (véase la Figura 46). En la Figura 47 se muestran adobes luego de 30 días de fabricados.



Figura 45. Adobe comprimido de diferentes dosis de cemento para su almacenamiento.



Figura 46. Adobe que estuvieron almacenados y cubiertos bajo sombra.

3.4.4.4.5. Resistencia a la compresión del adobe comprimido.

a. Equipos: Máquina de compresión, una regla o wincha, una brocha, una carretilla, un serrucho y un esmeril.

b. Procedimiento:

- De acuerdo con las normas E-080 y NTP 331.202, se cortó los adobes comprimidos, tanto como el sin cemento, así como aquellos que tenían distintas dosis de cemento (4 %, 10 % y 16 %).



Figura 47. Adobes luego de 30 días de fabricación.

- Se realizó el corte de los adobes comprimidos (véase la Figura 48). Para realizar el corte, se usaron el esmeril y el serrucho.



Figura 48. Corte de adobes comprimidos.

- Se limpiaron y pulieron los cubos de adobe para sacar algunas imperfecciones.

- Luego se midió cada adobe y tomaron los datos correspondientes, considerando las dosis de cemento (véase la Figura 49).



Figura 49. Medida de cubos de adobe.

- Para realizar el ensayo de resistencia a la compresión, se verificó la calibración de la máquina de compresión. Luego se acomodaron los adobes en la máquina de compresión, ya que esta debía estar a la altura de los cubos. Una vez ubicados los adobes en la máquina, se procedió a realizar el ensayo de laboratorio (véase la Figura 50).



Figura 50. Colocación del cubo de adobe en la máquina de compresión.

- Durante la prueba de ensayo se pudo apreciar las fisuras en el cubo de adobe (véase la Figura 51).



Figura 51. Ensayo de compresión a cubos de adobe comprimido.

- Luego de tomarse los respectivos datos del adobe sometido a prueba, se limpió la máquina de compresión para realizar nuevamente los ensayos con los demás adobes (véase la Figura 52).



Figura 52. Toma de datos y limpieza de máquina de compresión.

El flujograma de la prueba de compresión se presenta en la Figura 53.

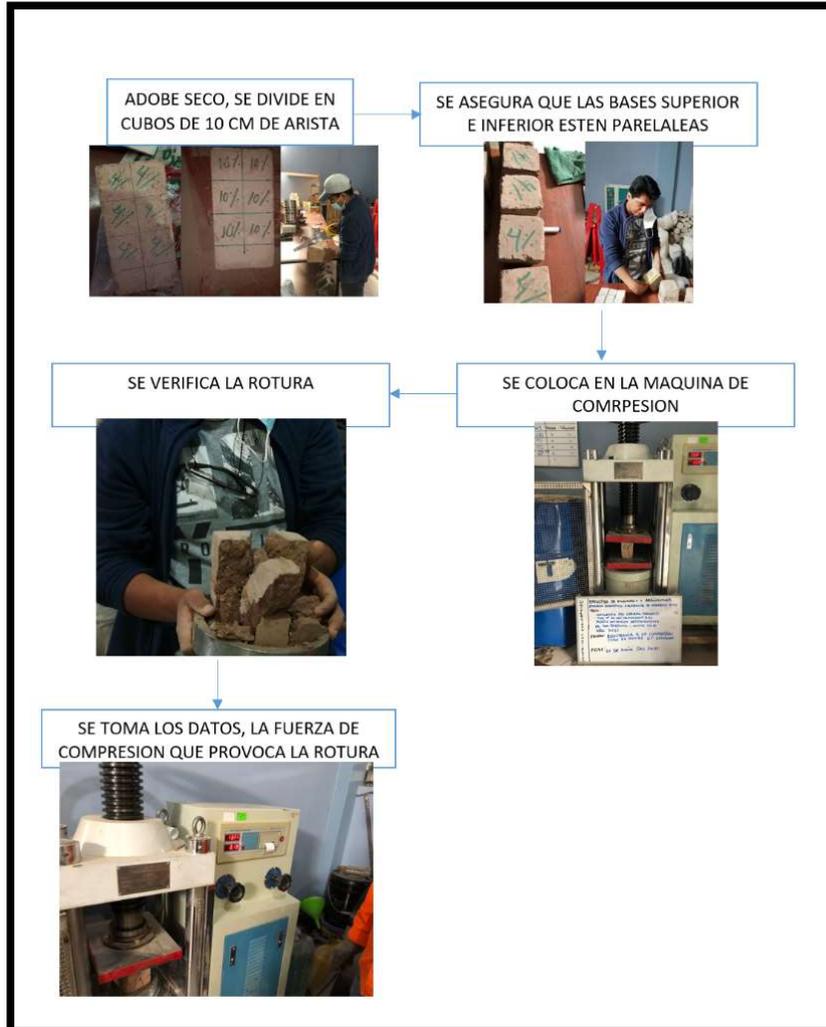


Figura 53. Flujograma del ensayo de compresión.

3.4.4.4.6. Resistencia a la erosión por goteo del adobe comprimido (erosión acelerada - SAET).

a. Equipos: Equipo SAET, varilla de 3 mm y regla.

b. Procedimiento:

- La prueba de resistencia a la erosión por goteo se realizó mediante el ensayo de erosión acelerada (SAET), basada en la Norma Española UNE 41410:2008 «Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques»²¹.
- El ensayo se realizó preparando una base para el adobe, con una inclinación de 27° (véase la Figura 54).



Figura 54. Colocación del adobe sobre la base de madera para realizar el ensayo de erosión acelerada.

- Una vez que colocado el adobe sobre la base inclinada, se graduó la presión del agua para que el goteo sea constante en el equipo SAET (véase la Figura 55).



Figura 55. Equipo con presión de agua ya graduada.

- Se colocó el adobe en la superficie de madera, esto con el fin de que el goteo se de en el centro del adobe comprimido, una vez en la posición correcta se realizó la medición de tiempo, este tiempo es cronometrado durante 10 minutos.



Figura 56. Goteo constante de agua sobre el adobe comprimido.

- La oquedad producida por el goteo constante sobre el adobe comprimido se midió con la varilla de 3 mm y la regla (véase la Figura 57).



Figura 57. Medición de la oquedad sobre el adobe comprimido.

El flujograma de la prueba de resistencia a la erosión por goteo se muestra en la Figura 58.



Figura 58. Flujograma de ensayo de resistencia a la erosión por goteo.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados de las pruebas de laboratorio

4.1.1. Resultados de encuesta de elaboración de adobe tradicional

De la encuesta tomada a los pobladores de la zona de San Jerónimo con respecto a la elaboración de adobes, se pudo concluir lo siguiente:

- El suelo usado en la elaboración de adobes no es el adecuado, ya que no cumple las pruebas de campo.
- En la elaboración de adobes, por lo general se usa agua potable; pero en algunas zonas utiliza agua de manantial.
- Es habitual en la elaboración de adobes la saturación del suelo durante 24 horas, para que se produzca una descomposición bacteriológica.
- Los adobes elaborados en la zona de San Jerónimo se suelen acopiar tras siete días de secado.
- Los pobladores que fabrican adobes no realizan ninguna prueba de calidad.

4.1.2. Resultados de las pruebas de campo

Tras observar los resultados consignados en las tablas 34, 35, 36, 37 y 38, de las pruebas de campo realizadas con seis suelos de diferentes lugares del distrito de San Jerónimo, se concluyó que el suelo 6 era el más apto para elaborar los adobes comprimidos.

4.1.3. Pruebas de consistencia (límites líquido y plástico)

Realizados los ensayos de límites de consistencia, es decir, de límites de líquido y plástico, para clasificar los suelos según AASHTO y SUCS, se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 42 y en la Figura 59; así como en la Tabla 43, respectivamente.

De lo calculado se obtuvieron los siguientes resultados:

- Límite líquido: 35.
- Límite plástico: 22.
- Índice de plasticidad: 13.

Tabla 42. Resultado del ensayo de límite líquido

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO, CUSCO, EN EL 2021							
Ensayo: Límites de Atterberg - límite líquido.							
Lugar: Estudio Geotécnico y Mecánica de Suelos INGEO ANDES							
Responsable: Elvis Vargas Saire.						Fecha: 16/05/2021	
Número tara	Nº golpes	Total peso húmedo + (T)	Total peso seco + (T)	Peso agua	Tara (T)	Muestra peso seco	Y = % humedad
11	17	17	15.30	1.70	11.80	3.50	48.57
15	21	17.10	15.40	1.71	11.40	4	42.75
23	28	16.20	15	1.20	11.30	3.70	32.43
35	35	17.10	16.50	0.60	11.50	5	12

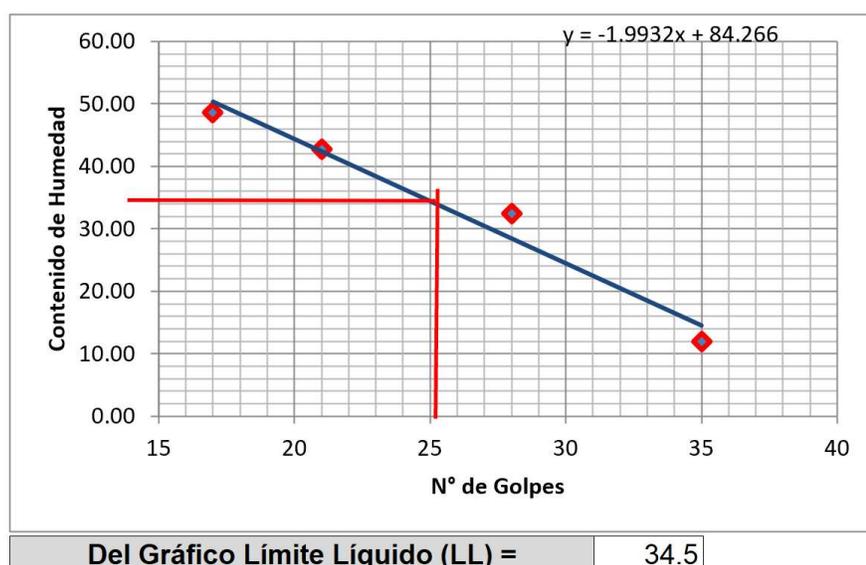


Figura 59. Ensayo de límite líquido.
 Por ecuación, límite líquido: 34.436.

4.1.4. Resultados del ensayo de granulometría

Según las pruebas SUCS y AASHTO, el suelo analizado es fino, ya que más del 50 % de sus gránulos pasaron el tamizaje de la malla N° 200. También, se observa que la curva granulométrica muestra una amplia gama de tamaños; esto, entre la malla N° 4 y la malla N° 200. Estos datos pueden verse en la Tabla 44 y la Figura 60.

Tabla 43. Resultados del ensayo de límite plástico

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO, CUSCO, EN EL 2021							
Ensayo: Límites de Atterberg – Plástico							
Lugar: Estudio Geotécnico y Mecánica de Suelos INGENIO ANDES							
Responsable: Elvis Vargas Saire						Fecha: 16/04/2021	
Número o tara	Total peso húmedo + (T)	Total peso seco + (T)	Peso agua	Tara (T)	Muestra peso seco	Contenido de agua	Límite plástico (%)
13	16.6	16.5	0.10	16.10	0.44	22.727	21.568
22	16.3	16.2	0.10	15.70	0.49	20.408	

4.1.4.1. Resultados de clasificación de suelos.

Realizados los ensayos de límites de consistencia (líquido, plástico y de granulometría), con uso de las clasificaciones AASHTO y SUCS, se pudo determinar que el suelo 6 era el más apto para la elaboración de adobes.

Según la clasificación SUCS, el suelo 6 es SC (arena arcillosa), ya que su IP fue 13.

4.1.4.1.1. Clasificación AASHTO.

Pasa la malla N° 200: 54.5.

Pasa la malla N° 10: 92.8.

- LL = 35
- LP = 22
- IP = 13

Debido a que más del 35 % de los gránulos del suelo analizado pasaron la malla N° 200, su clasificación es A-6, por tener un IP mayor que 10 y un LL menor que 40. Asimismo, su índice de grupo es 5.

4.1.4.1.2. Clasificación SUCS.

Pasa la malla N° 200: 54.5.

Pasa la malla N° 4: 98.4.

- LL = 35
- LP = 22
- IP = 13

Tabla 44. Resultados del ensayo de análisis granulométrico por tamizado

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO, CUSCO, EN EL 2021					
Ensayo: Análisis granulométrico por tamizado					
Lugar: Estudio Geotécnico y Mecánica de Suelos INGEO ANDES					
Responsable: Elvis Vargas Saire			Fecha: 16/04/2021		
Peso inicial de la muestra					800 gr.
Peso de la muestra después del secado al horno					364.4 gr.
Tamiz	Abertura	Peso Retenido	Porcentaje de peso retenido	Porcentaje de peso retenido acumulado	Porcentaje que pasa
	(mm)	(gr.)	(%)	(%)	(%)
3/4"	19.050	0	0 %	0 %	100 %
3/8"	9.525	0	0 %	0 %	100 %
N° 4	4.763	13.2	1.7 %	1.7 %	98.4 %
N° 8	2.381	28.5	3.6 %	5.2 %	94.8 %
N° 16	1.191	43.4	5.4 %	10.6 %	89.4 %
N° 30	0.595	48.3	6 %	16.7 %	83.3 %
N° 50	0.298	62.4	7.8 %	24.5 %	75.5 %
N° 100	0.149	70.2	8.8 %	33.3 %	66.8 %
N° 200	0.074	98.4	12.3 %	45.6 %	54.5 %
Fondo		435.6	54.5 %	100 %	0 %
Total retenido		800	100 %		

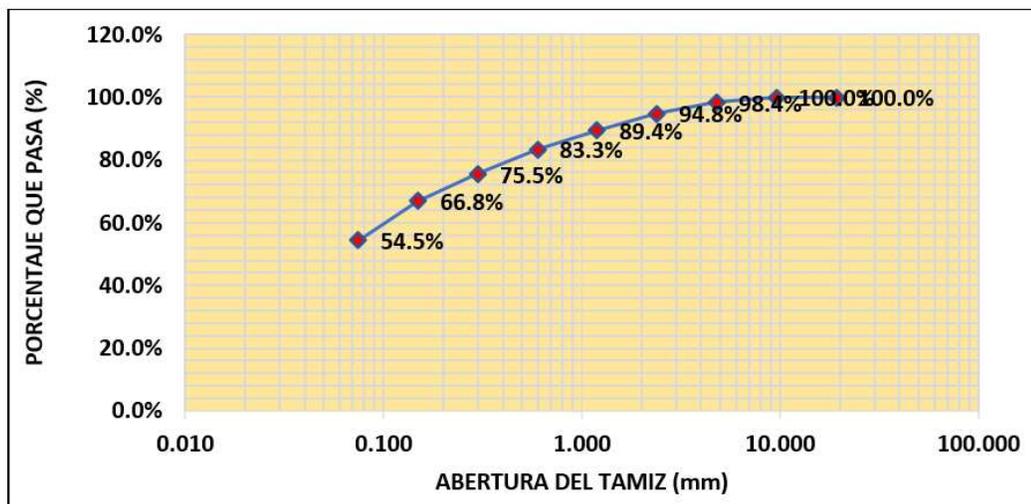


Figura 60. Gráfico del ensayo de análisis granulométrico por tamizado.

Como los gránulos pasaron la malla N° 200 en un 54.5 %, y esta cifra es mayor al 50 %, entonces el suelo analizado es fino.

Aplicando la fórmula de la línea A (según carta de plasticidad de Casagrande) $IP = 0.73 * (LL-20)$, se concluyó que el suelo analizado es arcilloso (su símbolo es C). A su vez, tomando en cuenta que el límite líquido fue menor a 50, el suelo correspondió a arcilla mal gradada arenosa con grava (cuyo símbolo es CL).

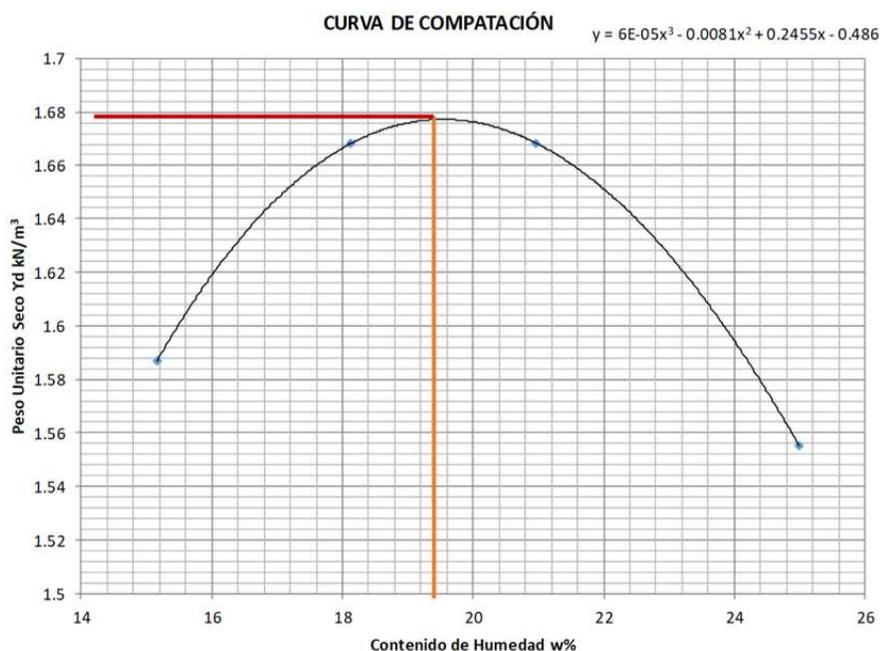
4.1.5. Resultados del ensayo de compactación

Los resultados de este ensayo con 0 %, 4 %, 10 % y 16 % de cemento adicionado a la tierra con que se elaboran los adobes artesanales en el distrito de San Jerónimo, se presentan en la Tabla 45 y la Figura 61; en la Tabla 46 y en la Figura 62; en la Tabla 47 y en la Figura 63; y en la Tabla 48 y en la Figura 64; respectivamente.

En la Tabla 49 y en la Figura 65 se observa que, mientras se agregaba cemento en 4 %, 10 % y 16 %, el peso específico seco fue aumentando hasta llegar a un máximo de 1.8 gr/cm³. También puede verse que el contenido de humedad disminuyó hasta un 16.46 %, pero se tuvo una ligera subida de 19.54 % a 20.56 % cuando se agregó un 4 % de cemento.

Tabla 45. Resultados del ensayo de compactación con 0 % de cemento

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO, CUSCO, EN EL 2021				
ENSAYO: PROCTOR MODIFICADO - ENSAYO DE COMPACTACION CON 0 % DE CEMENTO				
LUGAR: Estudio Geotécnico y Mecánica de Suelos INGENIO ANDES				
RESPONSABLE: Elvis Vargas Saire			FECHA: 17/04/2021	
Determinación del contenido de humedad				
Muestra N°	P1	P2	P3	P4
N° Tara	C1-11-50	C1-21-50	C1-31-50	C1-41-50
Peso hum + (T)	73.45	80.64	54.47	103.51
Peso seco + (T)	66.26	71.19	47.74	86.51
Peso agua	7.19	9.45	6.73	17.00
Tara (T)	18.83	19.04	15.62	18.49
Peso suelo seco	47.43	52.15	31.12	68.02
Contenido de humedad (w)	15.16	18.12	20.95	24.99
Determinación de la densidad				
	Volumen del molde:		943.96	cm ³
	Peso del molde:		3735	gr
Contenido de humedad (wm)	15.16	18.12	20.95	24.99
Peso de suelo + molde (gr)	5460.00	5595.00	5640.00	5570.00
Peso de suelo húmedo Compactado (gr)	1725.00	1860.00	1905.00	1835.00
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.83	1.97	2.02	1.94
Densidad seca (Yseca) (gr/cm ³)	1.59	1.67	1.67	1.56

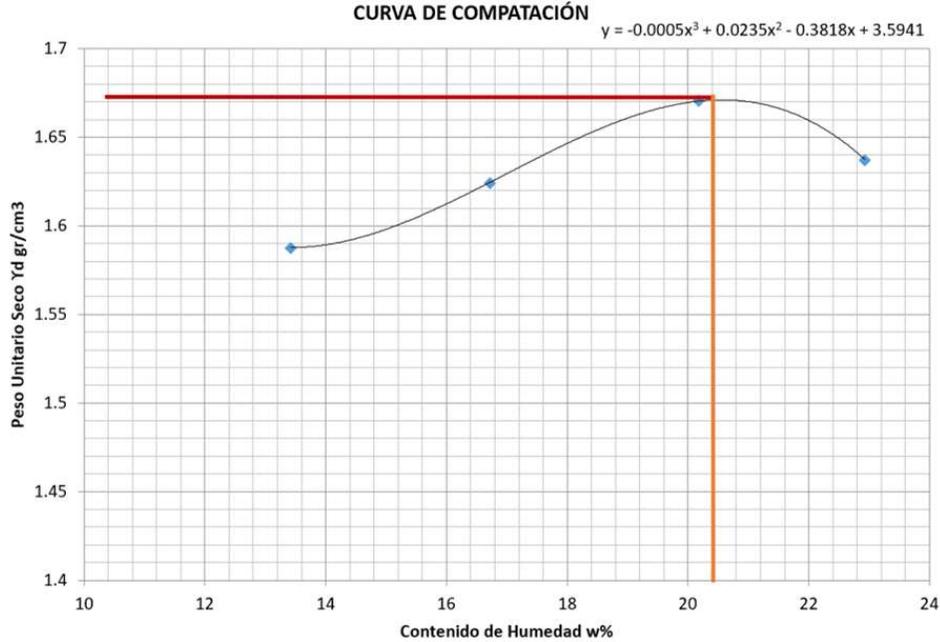


Contenido de humedad óptimo (%)	19.54	Densidad seca máxima (gr/cm³)	1.68
--	-------	---	------

Figura 61. Curva de compactación con 0% de cemento.

Tabla 46. Resultados del ensayo de compactación con 4 % de cemento

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO, CUSCO, EN EL 2021				
ENSAYO: PROCTOR MODIFICADO - ENSAYO DE COMPACTACIÓN CON 4 % DE CEMENTO				
LUGAR: Estudio Geotécnico y Mecánica de Suelos INGENIO ANDES				
RESPONSABLE: Elvis Vargas Saire			FECHA: 17/04/2021	
Determinación del contenido de humedad				
Muestra N°	P1	P2	P3	P4
N° Tara	C2-11-40	C2-21-40	C2-31-40	C2-41-40
Peso hum + (T)	72.75	85.81	68.62	85.81
Peso seco + (T)	66.41	76.27	59.87	72.40
Peso agua	6.34	9.54	8.75	13.41
Tara (T)	19.18	19.22	16.51	13.92
Peso suelo seco	47.23	57.05	43.36	58.48
Contenido de humedad (w)	13.42	16.72	20.18	22.93
Determinación de la densidad		Volumen del molde:		943.96 cm ³
		Peso del molde:		3665 gr
Contenido de humedad (wm)	13.42	16.72	20.18	22.93
Peso de suelo + molde (gr)	5365.00	5455.00	5560.00	5565.00
Peso de suelo húmedo compactado (gr)	1700.00	1790.00	1895.00	1900.00
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.80	1.90	2.01	2.01
Densidad seca (Yseca) (gr/cm³)	1.59	1.62	1.67	1.64

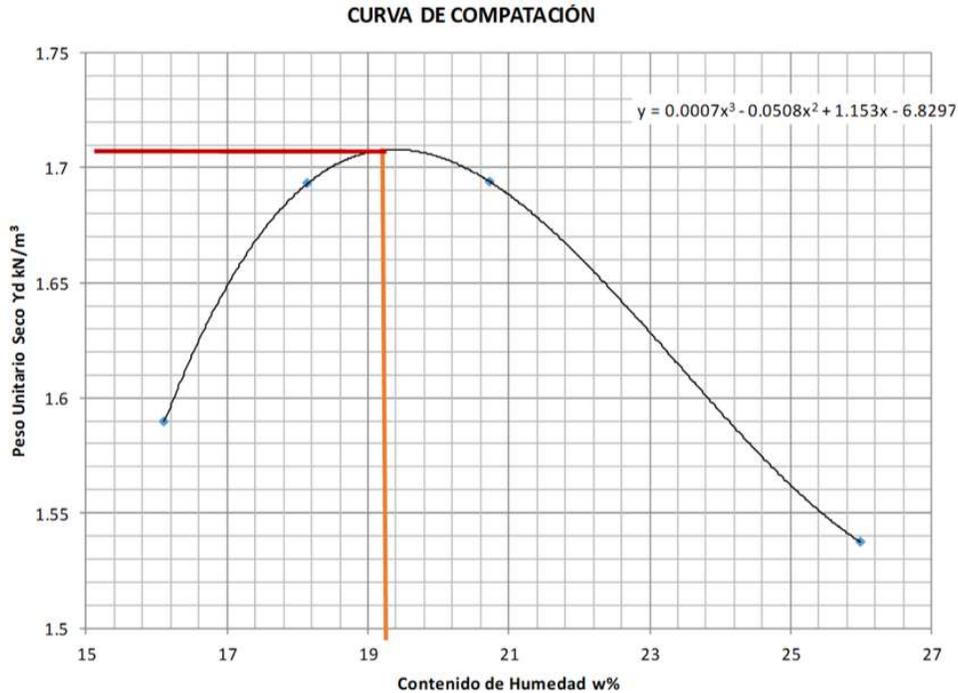


Contenido de humedad optimo (%)	20.56	Densidad seca máxima (gr/cm³)	1.67
--	-------	--------------------------------------	------

Figura 62. Curva de compactación con 4 % de cemento.

Tabla 47. Resultados del ensayo de compactación con 10 % de cemento

UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO, CUSCO, EN EL 2021				
ENSAYO: PROCTOR MODIFICADO - ENSAYO DE COMPACTACIÓN CON 10 % DE CEMENTO				
LUGAR: Estudio Geotécnico y Mecánica de Suelos INGENIO ANDES				
RESPONSABLE: Elvis Vargas Saire			FECHA: 17/04/2021	
Determinación del contenido de humedad				
Muestra N°	P1	P2	P3	P4
N° Tara	C30	C40	C31	C41
Peso hum + (T)	73.85	80.24	51.67	95.95
Peso seco + (T)	65.98	70.81	45.38	79.84
Peso agua	7.87	9.43	6.29	16.11
Tara (T)	17.13	18.84	15.02	17.87
Peso suelo seco	48.85	51.97	30.36	61.97
Contenido de humedad (w)	16.11	18.15	20.72	26.00
Determinación de la densidad	Volumen del molde:		961.78	cm³
	Peso del molde:		3652	gr
Contenido de humedad (wm)	16.11	18.15	20.72	26.00
Peso de suelo + molde (gr)	5427.00	5576.00	5619.00	5515.00
Peso de suelo húmedo compactado (gr)	1775.00	1924.00	1967.00	1863.00
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.85	2.00	2.05	1.94
Densidad seca (Yseca) (gr/cm³)	1.59	1.69	1.69	1.54

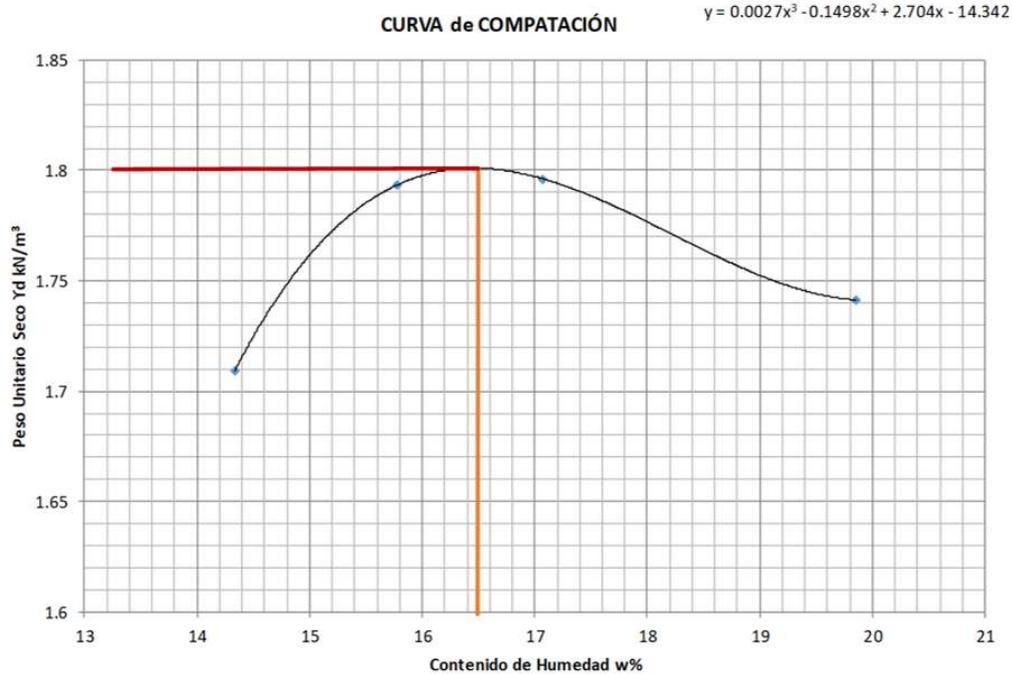


Contenido de humedad óptimo (%)	19.3	Densidad seca máxima (gr/cm3)	1.71
--	------	--------------------------------------	------

Figura 63. Curva de compactación con 10 % de cemento.

Tabla 48. Resultados del ensayo de compactación con 16 % de cemento

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO, CUSCO, EN EL 2021				
ENSAYO: PROCTOR MODIFICADO - ENSAYO DE COMPACTACION CON 16 % DE CEMENTO				
LUGAR: Estudio Geotécnico y Mecánica de Suelos INGENIO ANDES				
RESPONSABLE: Elvis Vargas Saire			FECHA: 17/04/2021	
Determinación del contenido de humedad				
Muestra N°	P1	P2	P3	P4
N° Tara	C2-11	C2-21	C2-31	C2-41
Peso hum + (T)	101.06	92.49	108.04	95.87
Peso seco + (T)	90.83	81.46	95.08	81.79
Peso agua	10.23	11.03	12.96	14.08
Tara (T)	19.47	11.55	19.17	10.85
Peso suelo seco	71.36	69.91	75.91	70.94
Contenido de humedad (w)	14.34	15.78	17.07	19.85
Determinación de la densidad		Volumen del molde:		943.96 cm ³
		Peso del molde:		3750 gr
Contenido de humedad (wm)	14.34	15.78	17.07	19.85
Peso de suelo + molde (gr)	5595.00	5710.00	5735.00	5720.00
Peso de suelo húmedo compactado (gr)	1845.00	1960.00	1985.00	1970.00
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.95	2.08	2.10	2.09
Densidad seca (Yseca) (gr/cm ³)	1.71	1.79	1.80	1.74



Contenido de humedad óptimo (%)	16.46	Densidad seca máxima (gr/cm³)	1.80
--	-------	---	------

Figura 64. Curva de compactación con 16 % de cemento.

Tabla 49. Resumen de ensayo de compactación

Resumen del ensayo de compactación				
	0 %	4 %	10 %	16 %
Peso específico máximo (gr/cm³)	1.68	1.67	1.71	1.8
Contenido de humedad óptimo (%)	19.54	20.56	19.3	16.46

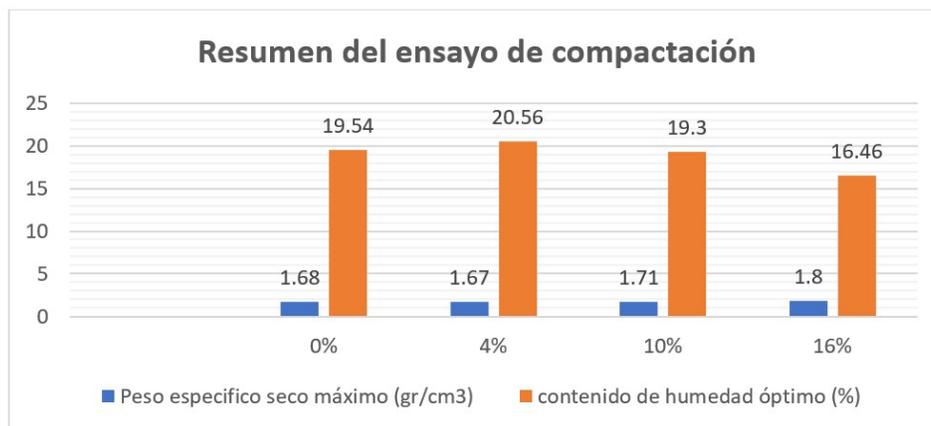


Figura 65. Resumen del ensayo de compactación.

4.1.6. Resultados del ensayo a la compresión de adobes comprimidos

Para calcular de la resistencia a la compresión de los adobes se tomó como referencia la Norma E.080²⁶ del adobe: $f_o = 10.2 \text{ kgf/cm}^2$.

Para calcular la resistencia a la compresión del adobe se usó la siguiente fórmula:

$$f_o = \frac{F}{A}$$

Donde:

f_o : Resistencia a la compresión del adobe (kgf/cm^2).

F : Fuerza que se le aplica al adobe en (kgf).

A : Área de contacto con la fuerza que se ejerce (cm^2).

$$f'_b = f_o - \delta$$

Donde:

f'_b : Resistencia a la compresión (kgf/cm^2).

δ : Desviación estándar.

En la Tabla 50 se observa que el promedio de todas las muestras ensayadas sin aditivo de cemento, solo comprimidas, fue de 9.333 kg/cm^2 , teniéndose 0.867 menos del mínimo que exige la norma E.080²⁶; y tomándose en cuenta el Criterio de Chauvenet ($\bar{x} \pm \text{factor} \cdot \delta$) se tuvo $9.333 \pm (1.8 \cdot 0.077)$, encontrándose los valores de f_o en el rango de 9.195 a 9.470 .

De otro lado, en la Tabla 51 se presenta el promedio de todas las muestras comprimidas a las que se les agregó cemento al 4% , y que fue de 12.922 kg/cm^2 , destacándose que dicho valor sobrepasa el mínimo de la norma E.080²⁶, en 2.722 kg/cm^2 . Considerando el Criterio de Chauvenet ($\bar{x} \pm \text{factor} \cdot \delta$) se tuvo $12.922 \pm (1.8 \cdot 0.303)$, en el que los valores de f_o estaban entre 12.377 y 13.467 .

Asimismo, en la Tabla 52 se observa que el promedio de todas las muestras comprimidas a las que se les agregó cemento en un 10% , fue de 15.136 kg/cm^2 , valor que excede el mínimo de la norma E.080²⁶, de 4.936 kg/cm^2 . Tomándose en cuenta el Criterio de Chauvenet ($\bar{x} \pm \text{factor} \cdot \delta$), el índice quedó en $15.136 \pm (1.8 \cdot 0.436)$, encontrándose los valores de f_o en el rango de entre 14.350 y 15.921 .

Tabla 50. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de unidades de adobe (cubos de adobe) con 0 % de cemento

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO, CUSCO, EN EL 2021									
ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPRIMIDO SIN CEMENTO (0 % DE CEMENTO)									
LUGAR: Estudio Geotécnico y Mecánica de Suelos INGEO ANDES									
RESPONSABLE: Elvis Vargas Saire								FECHA: 01/06/2021	
Unidad de adobe	Adobe comprimido con 0 % cemento				Carga	Carga	Compresión	Desviación estándar	F'b
	Cubo de adobe	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	KN	Kgf	Kg/cm ²	Delta	Kg/cm ²
1	1	10.1	10	101.0	9.25	943.88	9.345	0.081	9.265
1	2	10.0	9.95	99.5	9.15	933.67	9.355	0.081	9.275
1	3	10.2	10	102.0	9.26	944.90	9.264	0.081	9.183
1	4	9.97	9.97	99.40	9.13	931.63	9.372	0.081	9.292
1	5	10.1	9.98	100.8	9.23	941.84	9.344	0.081	9.263
1	6	10.2	10.1	103.02	9.26	944.90	9.172	0.081	9.091
2	1	9.9	10	99.00	9.16	934.69	9.441	0.042	9.399
2	2	10	9.98	99.80	9.16	934.69	9.366	0.042	9.323
2	3	10	9.9	99.00	9.14	932.65	9.421	0.042	9.378
2	4	9.98	9.97	99.50	9.12	930.61	9.353	0.042	9.310
2	5	10	9.98	99.80	9.24	942.86	9.447	0.042	9.405
2	6	10.1	9.99	100.90	9.26	944.90	9.365	0.042	9.322
3	1	10	9.99	99.90	9.21	939.80	9.407	0.083	9.324
3	2	10.1	9.98	100.80	9.23	941.84	9.344	0.083	9.261
3	3	10.1	9.97	100.70	9.24	942.86	9.363	0.083	9.280
3	4	9.97	10	99.70	9.15	933.67	9.365	0.083	9.282
3	5	10.1	10	101.00	9.2	938.78	9.295	0.083	9.212
3	6	10.2	10.1	103.02	9.26	944.90	9.172	0.083	9.089
4	1	10	10.1	101.00	9.22	940.82	9.315	0.107	9.208
4	2	9.98	10	99.80	9.16	934.69	9.366	0.107	9.259
4	3	10.1	10.1	102.01	9.23	941.84	9.233	0.107	9.126
4	4	9.97	9.8	97.71	9.1	928.57	9.504	0.107	9.397
4	5	10	9.98	99.80	9.13	931.63	9.335	0.107	9.228
4	6	10.1	10.1	102.01	9.2	938.78	9.203	0.107	9.096
5	1	10	9.98	99.80	9.14	932.65	9.345	0.069	9.276
5	2	10	9.97	99.70	9.15	933.67	9.365	0.069	9.295
5	3	10.1	9.95	100.50	9.19	937.76	9.331	0.069	9.262
5	4	10.1	10	101.00	9.2	938.78	9.295	0.069	9.225
5	5	10.2	10.1	103.02	9.26	944.90	9.172	0.069	9.103
5	6	9.99	10	99.90	9.13	931.63	9.326	0.069	9.256
Promedios							9.333	0.077	9.256

Tabla 51. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de unidades de adobe (cubos de adobe) con 4 % de cemento

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO, CUSCO, EN EL 2021									
ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL ADOBE COMPRIMIDO CON CEMENTO (4 % DE CEMENTO)									
LUGAR: Estudio Geotécnico y Mecánica de Suelos INGEO ANDES									
RESPONSABLE: Elvis Vargas Saire								FECHA: 01/06/2021	
Unidad de adobe	Adobe comprimido con 4% cemento				Carga	Carga	Compresión	Desviación estándar	f'b
	Cubo de adobe	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	KN	kgf	kg/cm ²	delta	kg/cm ²
1	1	10.2	10	102	12.67	1292.86	12.675	0.253	12.422
1	2	10.1	10.1	102.01	12.49	1274.49	12.494	0.253	12.240
1	3	10.3	10.2	105.06	12.7	1295.92	12.335	0.253	12.082
1	4	9.9	9.9	98.01	12.55	1280.61	13.066	0.253	12.813
1	5	10.3	9.9	101.97	12.72	1297.96	12.729	0.253	12.476
1	6	10.2	10	102	12.8	1306.12	12.805	0.253	12.552
2	1	10.2	10.1	103.02	12.81	1307.14	12.688	0.235	12.453
2	2	10.1	10	101	12.92	1318.37	13.053	0.235	12.818
2	3	10.2	10.1	103.02	12.8	1306.12	12.678	0.235	12.443
2	4	10	9.8	98	12.75	1301.02	13.276	0.235	13.041
2	5	10.2	10.1	103.02	12.89	1315.31	12.767	0.235	12.532
2	6	10.1	10.2	103.02	12.99	1325.51	12.867	0.235	12.631
3	1	10.2	10.2	104.04	12.99	1325.51	12.740	0.300	12.441
3	2	10.1	10	101	13.1	1336.73	13.235	0.300	12.935
3	3	10.2	10.1	103.02	13.1	1336.73	12.975	0.300	12.676
3	4	9.9	10.1	99.99	13.2	1346.94	13.471	0.300	13.171
3	5	10.2	10	102	12.67	1292.86	12.675	0.300	12.376
3	6	10.1	10	101	12.89	1315.31	13.023	0.300	12.723
4	1	10.2	10.1	103.02	13.2	1346.94	13.075	0.357	12.718
4	2	10.1	10	101	13.2	1346.94	13.336	0.357	12.979
4	3	10.1	10.1	102.01	13.4	1367.35	13.404	0.357	13.047
4	4	10.1	9.8	98.98	12.45	1270.41	12.835	0.357	12.478
4	5	10.2	10.2	104.04	12.67	1292.86	12.427	0.357	12.070
4	6	10.1	10	101	12.89	1315.31	13.023	0.357	12.666
5	1	10.2	10.1	103.02	12.89	1315.31	12.767	0.369	12.399
5	2	10.1	10.2	103.02	12.78	1304.08	12.659	0.369	12.290
5	3	10.3	10.2	105.06	12.99	1325.51	12.617	0.369	12.248
5	4	9.9	10.2	100.98	13.1	1336.73	13.238	0.369	12.869
5	5	10.1	9.9	99.99	13.23	1350.00	13.501	0.369	13.132
5	6	10.1	10	101	13.1	1336.73	13.235	0.369	12.866
Promedios							12.922	0.303	12.620

Tabla 52. Resultados del Ensayo de Resistencia a la Compresión de unidades de adobe (cubos de adobe) con 10% de cemento

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO, CUSCO, EN EL 2021									
ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPRIMIDO CON CEMENTO (10 % DE CEMENTO)									
LUGAR: Estudio Geotécnico y Mecánica de Suelos INGEO ANDES									
RESPONSABLE: Elvis Vargas Saire								FECHA: 01/06/2021	
Unidad de adobe	Adobe comprimido con 10 % cemento				Carga		Compresión	Desviación estándar	f'b
	Cubo de adobe	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	KN	kgf	kg/cm ²	delta	kg/cm ²
1	1	10.2	10.1	103.02	15.08	1538.78	14.937	0.414	14.523
1	2	10.1	9.9	99.99	14.89	1519.39	15.195	0.414	14.782
1	3	10.3	10.1	104.03	14.67	1496.94	14.389	0.414	13.976
1	4	9.9	9.8	97.02	14.56	1485.71	15.313	0.414	14.900
1	5	10.2	9.9	100.98	15.34	1565.31	15.501	0.414	15.087
1	6	10.1	10	101	15.28	1559.18	15.437	0.414	15.024
2	1	10.2	10.1	103.02	15.12	1542.86	14.976	0.463	14.513
2	2	10.1	9.9	99.99	14.76	1506.12	15.063	0.463	14.600
2	3	10.3	10.1	104.03	15	1530.61	14.713	0.463	14.250
2	4	9.9	9.8	97.02	14.89	1519.39	15.661	0.463	15.198
2	5	10.2	9.9	100.98	15.72	1604.08	15.885	0.463	15.422
2	6	10.1	10	101	15.45	1576.53	15.609	0.463	15.146
3	1	10.2	10.1	103.02	15.08	1538.78	14.937	0.458	14.479
3	2	10.1	9.9	99.99	14.42	1471.43	14.716	0.458	14.258
3	3	10.3	10.1	104.03	14.78	1508.16	14.497	0.458	14.039
3	4	9.9	9.8	97.02	14.67	1496.94	15.429	0.458	14.971
3	5	10.2	9.9	100.98	15.32	1563.27	15.481	0.458	15.023
3	6	10.1	10	101	15.45	1576.53	15.609	0.458	15.151
4	1	10.2	10.1	103.02	15.12	1542.86	14.976	0.435	14.542
4	2	10.1	9.9	99.99	14.56	1485.71	14.859	0.435	14.424
4	3	10.3	10.1	104.03	14.67	1496.94	14.389	0.435	13.955
4	4	9.9	9.8	97.02	14.69	1498.98	15.450	0.435	15.016
4	5	10.2	9.9	100.98	15.34	1565.31	15.501	0.435	15.067
4	6	10.1	10	101	15.23	1554.08	15.387	0.435	14.952
5	1	10.2	10.1	103.02	15.16	1546.94	15.016	0.412	14.604
5	2	10.1	9.9	99.99	14.32	1461.22	14.614	0.412	14.201
5	3	10.3	10.1	104.03	14.73	1503.06	14.448	0.412	14.036
5	4	9.9	9.8	97.02	14.65	1494.90	15.408	0.412	14.996
5	5	10.2	9.9	100.98	15.23	1554.08	15.390	0.412	14.978
5	6	10.1	10	101	15.13	1543.88	15.286	0.412	14.874
Promedios							15.136	0.436	14.699

En el caso de todas las muestras a las que se añadieron cemento en un 16 %, en la Tabla 53 se muestra que el promedio fue 21.752 kg/cm², valor que sobrepasa el mínimo indicado por la norma E.080²⁶, de 11.552 kg/cm². A su vez, tomándose en cuenta el Criterio de Chauvenet ($\bar{x} \pm \text{factor} \cdot \delta$), se tuvo el valor de 21.752 ± (1.8*0.748), con un *fo* cuyo rango se encuentra entre 20.406 y 23.098.

Finalmente, en la Tabla 54, de resumen de resistencia a la compresión, puede verse que el incremento más notorio en dicho aspecto fue en las muestras en la que se adicionó entre 10 % y 16 % de cemento; es decir, de 43 % a 80 %, lo que significa un aumento de 14.699 kg/cm² a 21.004 kg/cm². También se observa que con el aditivo mínimo de 4 % se excedió los 10.2 kg/cm² indicado por la norma E.080²⁶, al llegarse a 12.620 kg/cm².

En la Figura 67 también se muestra un resumen del ensayo de compresión de adobes.

4.1.7. Resultados del ensayo de resistencia a la erosión acelerada (SAET)

Para realizar el procesamiento de los datos del ensayo de laboratorio de erosión acelerada Swinburne (SAET) se tomaron como referencia los valores de la Tabla 55, de resistencia a la erosión (norma UNE 41410:2008²¹), para contrastar el criterio de aceptación o rechazo.

Con relación a los adobes comprimidos sin cemento agregado (0 %), tras someterse al goteo para verificar su resistencia a la erosión, se concluyó que eran aptos; aunque, como presentaron una oquedad de entre 5 mm y 6 mm, se determinó que tenían una resistencia media a la erosión, al no sobrepasar los 10 mm. Esta información puede verse en la Tabla 56.

Con respecto a los adobes comprimidos con cemento agregado al 4 %, sometidos a la prueba de goteo, también fueron declarados como aptos; y como solo presentaron una oquedad máxima de 1 mm, se determinó que tenían una resistencia buena a la erosión. Los valores de este ensayo se muestran en la Tabla 57.

En el caso de los cuatro adobes comprimidos con 10 % de cemento agregado, luego del ensayo se determinó que eran aptos y tenían una resistencia excelente a la erosión por goteo, pues no presentaron oquedad alguna. Los valores que sustentan esta conclusión se presentan en la Tabla 58.

Tabla 53. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de unidades de adobe (cubos de adobe) con 16 % de cemento

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO, CUSCO, EN EL 2021									
ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPRIMIDO CON CEMENTO (16 % DE CEMENTO)									
LUGAR: Estudio Geotécnico y Mecánica de Suelos INGEO ANDES									
RESPONSABLE: Elvis Vargas Saire								FECHA: 01/06/2021	
Unidad de adobe	Adobe comprimido con 16% cemento				Carga	Carga	Compresión	Desviación estándar	f'b
	Cubo de adobe	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	KN	kgf	kg/cm ²	delta	kg/cm ²
1	1	10.2	10.1	103.02	20.69	2111.22	20.493	1.128	19.366
1	2	10.1	9.9	99.99	20.83	2125.51	21.257	1.128	20.130
1	3	10.3	10.1	104.03	21.33	2176.53	20.922	1.128	19.795
1	4	9.9	9.8	97.02	21.06	2148.98	22.150	1.128	21.022
1	5	10.2	9.9	100.98	23.39	2386.73	23.636	1.128	22.508
1	6	10.1	10	101	21.05	2147.96	21.267	1.128	20.139
2	1	10.2	10.1	103.02	21.72	2216.33	21.514	0.788	20.726
2	2	10.1	9.9	99.99	20.93	2135.71	21.359	0.788	20.571
2	3	10.3	10.1	104.03	21.43	2186.73	21.020	0.788	20.232
2	4	9.9	9.8	97.02	21.13	2156.12	22.223	0.788	21.436
2	5	10.2	9.9	100.98	22.89	2335.71	23.130	0.788	22.343
2	6	10.1	10	101	21.05	2147.96	21.267	0.788	20.479
3	1	10.2	10.1	103.02	21.76	2220.41	21.553	0.373	21.180
3	2	10.1	9.9	99.99	21.12	2155.10	21.553	0.373	21.180
3	3	10.3	10.1	104.03	22.02	2246.94	21.599	0.373	21.226
3	4	9.9	9.8	97.02	21.13	2156.12	22.223	0.373	21.850
3	5	10.2	9.9	100.98	22.13	2258.16	22.362	0.373	21.989
3	6	10.1	10	101	21.89	2233.67	22.116	0.373	21.742
4	1	10.2	10.1	103.02	20.69	2111.22	20.493	0.781	19.713
4	2	10.1	9.9	99.99	21.97	2241.84	22.421	0.781	21.640
4	3	10.3	10.1	104.03	21.67	2211.22	21.256	0.781	20.475
4	4	9.9	9.8	97.02	21.34	2177.55	22.444	0.781	21.664
4	5	10.2	9.9	100.98	22.04	2248.98	22.272	0.781	21.491
4	6	10.1	10	101	21.39	2182.65	21.610	0.781	20.830
5	1	10.2	10.1	103.02	21.23	2166.33	21.028	0.671	20.358
5	2	10.1	9.9	99.99	21.12	2155.10	21.553	0.671	20.882
5	3	10.3	10.1	104.03	21.34	2177.55	20.932	0.671	20.261
5	4	9.9	9.8	97.02	21.45	2188.78	22.560	0.671	21.889
5	5	10.2	9.9	100.98	22	2244.90	22.231	0.671	21.560
5	6	10.1	10	101	21.89	2233.67	22.116	0.671	21.445
Promedios							21.752	0.748	21.004

Tabla 54. Resumen de adobes comprimidos

Tabla resumen adobes comprimidos				
Unidad de adobe	0 %	4 %	10 %	16 %
1	9.228	12.431	14.715	20.493
2	9.356	12.653	14.855	20.964
3	9.241	12.720	14.653	21.528
4	9.219	12.660	14.659	20.969
5	9.236	12.634	14.615	21.066
Promedios	9.256	12.620	14.699	21.004
Incremento		36 %	43 %	80 %

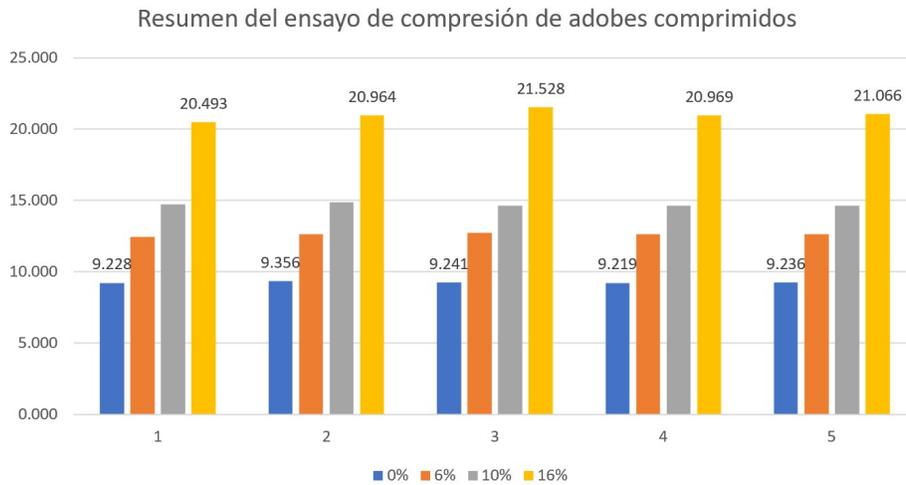


Figura 66. Resumen del ensayo de compresión de adobes.

Tabla 55. Resistencia a la erosión. Criterios de aceptación o rechazo

Propiedad	Criterio	Resultados
D (profundidad de la oquedad expresada en mm)	$0 \leq d \leq 10$	Bloque apto
	$D > 10$	Bloque no apto

Nota. Tomado de Norma de UNE 41410:2008²¹.

Por último, acerca de los cuatro adobes comprimidos, con 16 % de cemento añadido, también se concluyó que eran aptos y tenían una resistencia excelente a la erosión por goteo, al no presentaron ninguna oquedad. Los detalles de esta prueba se muestran en la Tabla 59.

En la Tabla 60, de resumen, se evidencia que conforme fue incrementándose el porcentaje (4 %, 10 % y 16 %) de cemento añadido al suelo con que son elaborados los adobes comprimidos, también se mejoró en forma significativa su resistencia a la erosión por goteo; desde una resistencia media (4 %), a una alta (16 %).

Tabla 56. Resultados del ensayo de resistencia a la erosión por goteo (SAET) de unidades de adobe con 0 % de cemento

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO, CUSCO, EN EL 2021				
Ensayo de laboratorio a las unidades de adobe comprimido: Erosión Acelerada Swinburne (SAET)				
Norma UNE 41410, España				
Lugar: Estudio Geotécnico y Mecánica de Suelos INGENIO ANDES				
Responsable: Elvis Varga Saire			Fecha:	01/06/2021
Adobe comprimido artesanalmente sin cemento				Día N° 30
Unidad de adobe N°	Tiempo	Oquedad máxima	Oquedad	Criterio de aceptación o rechazo observaciones
	Min	mm	Mm	
1	10	10	5	Apto
2	10	10	6	Apto
3	10	10	6	Apto
4	10	10	5	Apto

Tabla 57. Resultados del ensayo de resistencia a la erosión por goteo (SAET) de unidades de adobe con 4 % de cemento

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO, CUSCO, EN EL 2021				
Ensayo de Laboratorio a las Unidades de Adobe Comprimido: Erosión Acelerada Swinburne (SAET)				
Norma UNE 41410, España				
Lugar: Estudio Geotécnico y Mecánica de Suelos INGENIO ANDES				
Responsable: Elvis Vargas Saire			Fecha:	01/06/2021
Adobe comprimido artesanalmente con 4 % de cemento				Día N° 30
Unidad de adobe N°	Tiempo	Oquedad máxima	Oquedad	Criterio de aceptación o rechazo observaciones
	Min	Mm	Mm	
1	10	10	1	Apto
2	10	10	0	Apto
3	10	10	1	Apto
4	10	10	0	Apto

En la Figura 67 –también de resumen del ensayo de la resistencia a la erosión por goteo–, se puede apreciar que los adobes comprimidos con 10 % y 16 % de cemento añadido no presenta oquedad (0 mm).

Tabla 58. Resultados del ensayo de resistencia a la erosión por goteo (erosión acelerada SAET) de unidades de adobe con 10 % de cemento

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO, CUSCO, EN EL 2021				
Ensayo de Laboratorio a las Unidades de Adobe Comprimido: Erosión Acelerada Swinburne (SAET)				
Norma UNE 41410, España				
Lugar: Estudio Geotécnico y Mecánica de Suelos INGENIO ANDES				
Responsable: Elvis Varga Saire			Fecha: 01/06/2021	
Adobe comprimido artesanalmente con 10% de cemento				Día N° 30
Unidad de adobe N°	Tiempo	Oquedad máxima	Oquedad	Criterio de aceptación o rechazo observaciones
	Min	mm	mm	
1	10	10	0	Apto
2	10	10	0	Apto
3	10	10	0	Apto
4	10	10	0	Apto

Tabla 59. Resultados del ensayo de resistencia a la erosión por goteo (erosión acelerada SAET) de unidades de adobe con 16 % de cemento

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERONIMO - CUSCO, EN EL 2021				
Ensayo de Laboratorio a las Unidades de Adobe Comprimido: Erosión Acelerada Swinburne (SAET)				
Norma UNE 41410, España				
Lugar: Estudio Geotécnico y Mecánica de Suelos INGENIO ANDES				
Responsable: Elvis Varga Saire			Fecha: 01/06/2021	
Adobe comprimido artesanalmente con 16% de cemento				Día N° 30
Unidad de adobe N°	Tiempo	Oquedad máxima	Oquedad	Criterio de aceptación o rechazo observaciones
	Min	mm	Mm	
1	10	10	0	Apto
2	10	10	0	Apto
3	10	10	0	Apto
4	10	10	0	Apto

Tabla 60. Resumen del ensayo de resistencia a la erosión por goteo (erosión acelerada - SAET)

Resumen del ensayo de resistencia a la erosión				
Unidad de adobe	Sin cemento	4 % de cemento	10 % de cemento	16 % de cemento
1	5	3	1	0
2	6	5	2	0
3	6	4	1	0
4	5	3	1	0
Criterio	Apto	Apto	Apto	Apto

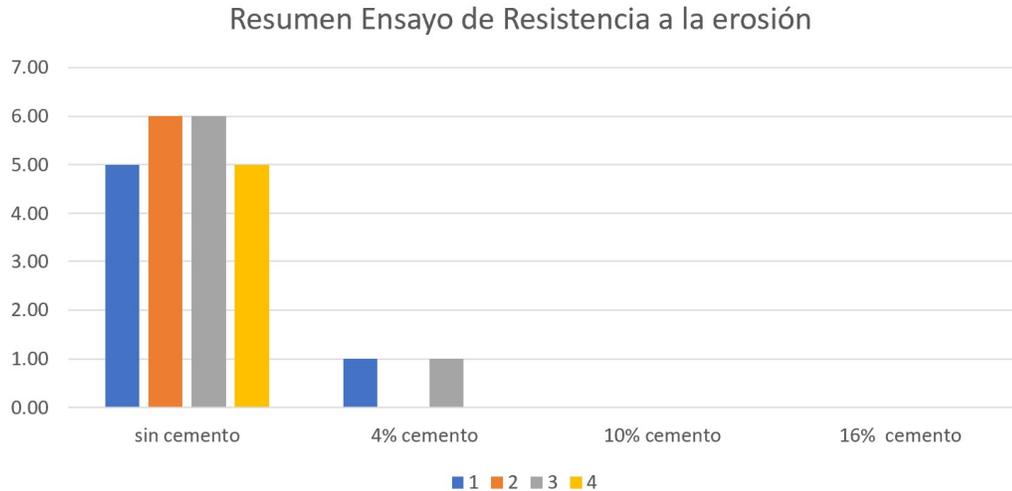


Figura 67. Gráfico resumen ensayo a la resistencia a la erosión por goteo (SAET).

4.2. Prueba de hipótesis

4.2.1. Primera hipótesis secundaria

La influencia de la adición de cemento Portland tipo IP en el peso específico seco del material con que se elabora el adobe andino comprimido artesanalmente en el distrito de San Jerónimo, Cusco, en el 2021, es muy alta.

En la Tabla 61 se presenta un resumen del suelo sometido al ensayo de compactación, en el cual se demuestra que hubo un incremento del peso específico seco máximo de 1.68 a 1.80 gr/cm^3 , en la medida que se agregó el cemento en 4 %, 10 % y 16 %. Se observa también que hubo un incremento de 1.71 gr/cm^3 a 1.8 gr/cm^3 cuando se adicionó un 16 % de cemento. Por último, se evidenció que al adicionar cemento al suelo, el peso específico seco máximo se incrementó en forma considerable.

Tabla 61. Resumen de ensayo de compactación

Ensayo de compactación		
% de cemento	Peso específico máximo (gr/cm^3)	Contenido de humedad óptimo (%)
0 %	1.68	19.54
4 %	1.67	20.56
10 %	1.71	19.30
16 %	1.8	16.46

4.2.2. Segunda hipótesis secundaria

La influencia del cemento Portland tipo IP en la resistencia a la compresión del adobe andino artesanal elaborado en el distrito de San Jerónimo, Cusco, en el 2021, es alta.

Las cifras consignadas en la Tabla 62 demuestran también que hubo un incremento de la resistencia de 9.256 kg/cm² a 12.620 kg/cm²; es decir, un aumento de 36 % tras adicionarse un 4 % de cemento al suelo con se elaboraron los adobes comprimidos.

Tabla 62. Resumen de adobes comprimidos

Tabla resumen de adobes comprimidos				
Unidad de adobe	0 %	4 %	10 %	16 %
1	9.228	12.431	14.715	20.493
2	9.356	12.653	14.855	20.964
3	9.241	12.720	14.653	21.528
4	9.219	12.660	14.659	20.969
5	9.236	12.634	14.615	21.066
Promedios	9.256	12.620	14.699	21.004
Incremento		36 %	43 %	80 %

Se observa también que se incrementó la resistencia de 9.256 kg/cm² a 14.699 kg/cm², mejorándose la resistencia en un 43 %, tras agregar un 10 % de cemento a la tierra con que se elaboran los adobes comprimidos.

Por último, en la Tabla 62 también puede verse que hubo un incremento de la resistencia de 9.256 kg/cm² a 21.004 kg/cm²; es decir, casi un 80 %, con el cemento añadido al 16 %. Por consiguiente, puede afirmarse que la hipótesis secundaria se cumple o es verdadera.

4.2.3. Tercera hipótesis secundaria

La adición de cemento Portland tipo IP mejora significativamente la resistencia a la erosión por goteo del adobe andino comprimido, con material del distrito de San Jerónimo, Cusco, en el 2021.

Los valores de la Tabla 63, de resumen del ensayo de resistencia a la erosión por goteo, indican que los adobes comprimidos sin adición de cemento son aptos, pero tienen solo tienen una resistencia media. Cabe indicar que esa resistencia media se logra con la compresión del adobe.

Tabla 63. Resumen del ensayo de resistencia a la erosión por goteo (SAET)

Resumen del ensayo de resistencia a la erosión por goteo				
	Sin cemento	4 % de cemento	10 % de cemento	16 % de cemento
Criterio	Apto	Apto	Apto	Apto

También se observa que agregando 4 %, 10 % y 16 % de cemento al material con se elaboran los adobes comprimidos, se mejora en forma gradual su resistencia a la erosión por goteo.

4.2.4. Contrastación de hipótesis

4.2.4.1. Hipótesis por probar para la resistencia a la compresión.

La adición del cemento Portland tipo IP contribuye positivamente en la resistencia a la compresión del adobe andino comprimido artesanalmente con material del distrito de San Jerónimo, Cusco, en el 2021.

- **Prueba de normalidad:**

Esta se realizó con el *software* SPSS, 2021. Véase la Tabla 64.

Tabla 64. Análisis de normalidad de los resultados de resistencia a la compresión de unidades de adobe (cubos de adobe) a los 30 días

Porcentaje de adición		Shapiro - Wilk		
		Estadístico	GI (N° de roturas)	Significancia
Resultados de resistencia a la compresión	Adobe patrón.	0.934	30	0.061
	Adobe con 4 % de cemento.	0.973	30	0.611
	Adobe con 10 % de cemento.	0.933	30	0.059
	Adobe con 16 % de cemento.	0.981	30	0.849

- **Regla de decisión:**

- $p > 0.05$, datos de distribución normal.
- $p > 0.05$, datos de distribución no normal.

De la Tabla 64 referida, se tiene que los datos de resistencia a la compresión con muestras patrón y con adición de cemento son de distribución normal, ya que todas pasan la sig de 0.05.

- **Expresión simbólica de la hipótesis:**

- $H_0: \mu 0\% = \mu 4\% = \mu 10\% = \mu 16\%$

La adición del cemento Portland tipo IP no contribuye en forma positiva en la resistencia a la compresión del adobe andino comprimido artesanalmente con material del distrito de San Jerónimo, Cusco, en el 2021.

- $H_1: \mu 0\% \neq \mu 4\% \neq \mu 10\% \neq \mu 16\%$

La adición del cemento Portland tipo IP sí contribuye en forma positiva en la resistencia a la compresión del adobe andino comprimido artesanalmente con material del distrito de San Jerónimo, Cusco, en el 2021.

- **Nivel de significancia:**
 $\alpha = 0.05$
- **Cálculo estadístico de prueba y/o significación:**

Este cálculo se realizó con el *software* SPSS, 2021. Véase la Tabla 65.

Tabla 65. Análisis de prueba de homogeneidad de varianzas

Prueba de homogeneidad de varianzas				
Valores				
	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	31,929	3	116	,000

Se aprecia que la sig (0.00) es menor que α (0.05); entonces se rechaza la variable nula. Como las varianzas son diferentes, no se toma el ANOVA (véase la Tabla 66), pero sí las pruebas robustas de igualdad de medias, sobre todo la de WELCH (véase la Tabla 67).

Tabla 66. Análisis de ANOVA de un factor

ANOVA de un factor					
Valores					
	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intergrupos	2199,969	3	733,323	3201,514	,000
Intragrupos	26,570	116	,229		
Total	2226,539	119			

- **Regla de decisión:**
Sig (0.000) es menor a α (0.05).

- **Decisión sobre la H_0 :**
Se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 67. Análisis de pruebas robustas de igualdad de medias

Pruebas robustas de igualdad de las medias				
Valores				
	Estadístico ^a	gl1	gl2	Sig.
Welch	4464,611	3	52,363	,000
Brown-Forsythe	3201,514	3	53,638	,000

Nota. a. Distribuidos en F asintóticamente.

- **Redacción de la conclusión:**
Los datos muestrales sustentan la aseveración de que la adición del cemento Portland tipo IP sí contribuye en forma positiva o negativa en la resistencia a la

compresión del adobe andino comprimido artesanalmente con material del distrito de San Jerónimo, Cusco, en el 2021.

4.2.4.2. Hipótesis por probar para la resistencia a la erosión por goteo (erosión acelerada Swinburne - SAET)

La adición del cemento Portland tipo IP contribuye en forma positiva en la resistencia a la erosión por goteo del adobe andino comprimido artesanalmente con material del distrito de San Jerónimo, Cusco, en el 2021.

- **Prueba de normalidad:**

Como en el anterior caso, esta prueba se realizó con ayuda del software SPSS, 2021. Véase la Tabla 68.

Tabla 68. Análisis de normalidad de los resultados de resistencia a la erosión por goteo (resistencia a la erosión acelerada Swinburne) de unidades de adobe a los 30 días

Porcentaje de adición		Shapiro - Wilk		
		Estadístico	GI (N° de roturas)	Significancia
Resultados de resistencia a la erosión por goteo	Adobe patrón	0.729	4	0.024
	Adobe con 4% de cemento	0.729	4	0.024

Con relación a los adobes con 10 % y 16 % de cemento, para realizar el análisis de normalidad se establecieron valores de 0. Debe recordarse que la resistencia a la erosión por goteo se mide por el nivel de oquedad que presentan los adobes sometidos a prueba. Cuando el valor es 0, se considera que no existe oquedad y que existe una buena resistencia a la erosión por goteo. Por ello, no se tuvo una hipótesis nula ni alternativa, ya que la adición de cemento sí contribuyó a mejorar la resistencia en forma significativa.

- **Regla de decisión:**

- $p > 0.05$, datos de distribución normal.
- $p > 0.05$, datos de distribución no normal.

De la Tabla 68, se tiene que los datos de resistencia a la erosión por goteo (erosión acelerada Swinburne) con muestras patrón y con adición de cemento no eran de distribución normal, ya que todas las evaluadas no pasaron la sig de 0.05. Por lo tanto, se realizó la prueba no paramétrica (prueba de Kruskal Wallis).

- **Expresión simbólica de la hipótesis:**

- **H₀:** $\mu_{0\%} = \mu_{4\%} = \mu_{10\%} = \mu_{16\%}$

La adición del cemento portland tipo IP NO contribuye positivamente en la resistencia a la erosión por goteo del adobe andino comprimido artesanalmente con material del Distrito de San Jerónimo – Cusco, 2021.

- **H₁:** $\mu_{0\%} \neq \mu_{4\%} \neq \mu_{10\%} \neq \mu_{16\%}$

La adición del cemento Portland tipo IP sí contribuye positivamente en la resistencia a la erosión por goteo del adobe andino comprimido artesanalmente con material del distrito de San Jerónimo, Cusco, en el 2021.

El autor de esta investigación considera que la adición de 10 % y 16 % de cemento sí contribuyó en forma significativa, por los resultados de los ensayos de laboratorio realizados.

- **Nivel de significancia:**

$\alpha = 0.05$.

- **Cálculo estadístico de prueba y/o significación:**

Se realizó con el *software* SPSS, 2221. Véase la Tabla 69 y la Figura 68, que da cuenta de la prueba de Kriskal-Wallis.

Tabla 69. Análisis de prueba de homogeneidad de varianzas

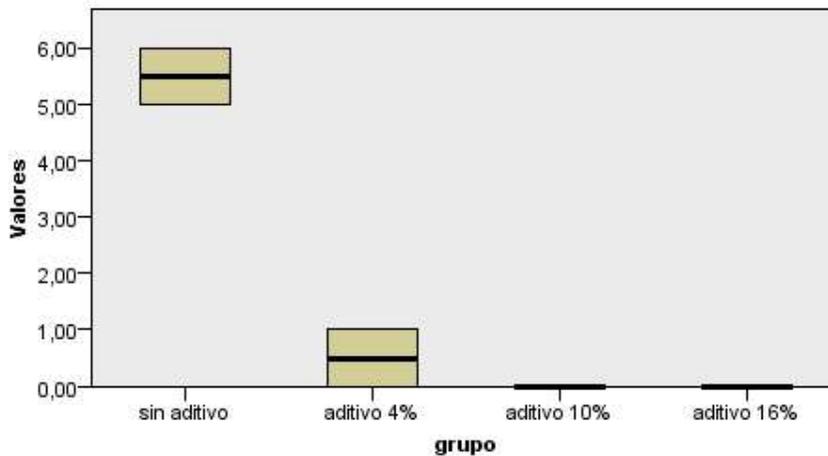
	Hipótesis nula	Test	Sig	Decisión
1	La adición del cemento Portland tipo IP no contribuye en forma positiva en la resistencia a la erosión por goteo del adobe andino comprimido artesanalmente con material del distrito de San Jerónimo, Cusco, en el 2021.	Prueba Kruskal-Wallis muestras independientes	0.05	Rechazar la hipótesis nula.

4.3. Discusión de resultados

4.3.1. Discusión 1. Con respecto a los ensayos de laboratorio de las unidades adobe comprimidos

Uno de los aspectos que se logró evaluar fue la aparición de las primeras grietas, por dilatación y contracción. En el caso de los adobes comprimidos, frente a los adobes tradicionales, las grietas fueron mínimas. También se observó que, en el caso de los adobes con mayor adición de cemento, las grietas fueron prácticamente inexistentes.

Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes



N total	16
Probar estadística	12,656
Grados de libertad	3
Sig. asintótica (prueba de dos caras)	,005

1. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

Figura 68. Prueba de Kruskal-Wallis.

En relación con el tipo de fallas producidas en el ensayo de compresión, los adobes comprimidos sin cemento tuvieron una falla dúctil; mientras que todos los demás adobes con adición al 4 %, 10 % y 16 %, fallas frágiles. A diferencia de los adobes compactados, los tradicionales (no compactados) presentaron un ruptura dúctil en su durante su prueba de compresión axial.

Otro aspecto observado ha sido el comportamiento al alabeo de los adobes comprimidos. Se notó una disminución considerable frente al alabeo hasta casi su inexistencia, en los adobes con 16 % de cemento añadido.

4.3.2. Discusión 2. Con respecto a los aportes que se lograron obtener en la investigación

Debe conseguirse una dosificación de cemento que logre incrementar la resistencia a la compresión para llegar a los parámetros mínimos que establece la Norma E.080²⁶,

respecto de los adobes tradicionales, cuya resistencia es superada por la acción de compresión del adobe, y más aún con la adición de cemento al 4 %, 10 % y 16 %.

Si bien se evidenció que la adición de cemento provocó el aumento del peso específico seco máximo; no se pudo corroborar lo mismo con respecto al agua, es decir, al contenido óptimo de humedad. Esto, porque el agua subía y bajaba a medida que se incrementaba el cemento.

Asimismo, se debe establecer un procedimiento de selección de material, de mezclado en seco del material con el cemento, de precompresión con un pisón manual, y de compresión usando las dos gatas hidráulicas en el molde construido artesanalmente. Todo con el fin de que otro investigador replique la experiencia del adobe comprimido con aditivo de cemento.

CONCLUSIONES

1. Se demuestra la primera hipótesis específica que menciona: «La adición del cemento Portland tipo IP incide positivamente en el peso específico seco del material con que se elabora el adobe andino comprimido artesanalmente en el distrito de San Jerónimo, Cusco, el 2021».

En la Tabla 70 puede observarse que la adición de cemento al 4 %, 10 % y 16 %, mejoró significativamente el peso específico seco de 1.68 gr/cm³ a 1.80 gr/cm³; o sea, un 7 %. Por ello, se concluye que a medida que se agrega más cemento al material con que se elaboran los adobes comprimidos, el peso específico incrementa. En otras palabras: a más cemento mayor peso específico del adobe; pero el objetivo es mejorar el adobe usando un mínimo contenido de cemento para abaratar su costo.

Tabla 70. Resumen de los ensayos de compactación

Resumen de los ensayos de compactación		
% de cemento	Peso específico máximo (gr/cm³)	Contenido de humedad óptimo (%)
0 %	1.68	19.54
4 %	1.67	20.56
10 %	1.71	19.30
16 %	1.8	16.46

2. Se logró demostrar la segunda hipótesis específica, que menciona: «La adición del cemento Portland tipo IP contribuye en forma positiva en la resistencia a la compresión del adobe andino comprimido artesanalmente con material del distrito de San Jerónimo, Cusco, en 2021».

Tal como se muestra en la Tabla 71, la adición de cemento en un 16 % a los adobes comprimidos, es la proporción adecuada. Sin embargo, la dosificación ideal con la que se obtuvo el mejor resultado en el ensayo de resistencia a la compresión fue la de 10 % de cemento, ya que la resistencia se incrementó en casi 50 %, considerando la cantidad mínima de cemento. El porcentaje de incremento de resistencia obtenido de los adobes comprimidos con 16 % de cemento añadido fue de 80%; mientras que para una dosificación de 10 % se obtuvo un incremento de 43. De esa manera, se concluye que a mayor cantidad de cemento en la mezcla, mayor será su resistencia a la compresión. No obstante, la pendiente de incremento va disminuyendo; esto quiere decir que si se adiciona 4 % de cemento la resistencia se incrementa un 36 %; pero si se agrega hasta 10 % (6 % más que el anterior

caso), se logra un incremento de solo 7 %. El objetivo principal es mejorar la resistencia al esfuerzo cortante con la mínima cantidad de cemento adicionado.

Tabla 71. Resumen de ensayos de compresión de los adobes comprimidos

Unidad de adobe	0 %	4 %	10 %	16 %
1	9.228	12.431	14.715	20.493
2	9.356	12.653	14.855	20.964
3	9.241	12.720	14.653	21.528
4	9.219	12.660	14.659	20.969
5	9.236	12.634	14.615	21.066
Promedios	9.256	12.620	14.699	21.004
Incremento		36 %	43 %	80 %

3. Se logró demostrar tercera hipótesis específica, que menciona: «La adición del cemento Portland tipo IP mejora la resistencia a la erosión por goteo del adobe andino comprimido artesanalmente con material del distrito de San Jerónimo, Cusco, en el 2021».

Tal como se puede observar en la Tabla 72, la adición de cemento en 4 %, 10 % y 16 % a los de adobes comprimidos, es la proporción adecuada, al pasarse de una oquedad de 8 mm en promedio, a 0 mm, lo cual demuestra la tercera hipótesis planteada. Por dicha razón, se concluye que con una adición mínima de cemento (4 %), la resistencia a la erosión acelerada por goteo mejora en forma significativa, disminuyéndose la oquedad a medida que se agrega más cemento al material con que se elaboran los adobes comprimidos en el distrito de San Jerónimo.

Tabla 72. Resumen del ensayo de resistencia a la erosión por goteo

	Sin cemento	4 % de cemento	10 % de cemento	16 % de cemento
Criterio	Apto	Apto	Apto	Apto

4. Se debe tener en cuenta que las proporciones de material utilizado para el desarrollo de la presente investigación, considerando que esto es por cada unidad de adobe, es la que se presenta en la Tabla 73.

Tabla 73. Proporciones de material usados para realizar los adobes comprimidos

Proporciones de material
Para 4 % de cemento
<ul style="list-style-type: none"> ○ Un adobe = 12 kg = 5 palas de tierra suelta ○ 4 % cemento = 480 gr = 1/5 parte de una pala ○ Agua = 2.44 litros
Para 10 % de cemento
<ul style="list-style-type: none"> ○ Un adobe = 12 kg = 5 palas de tierra suelta ○ 10 % cemento = 1200 gr = 1/2 parte de una pala ○ Agua = 2.58 litros
Para 10 % de cemento
<ul style="list-style-type: none"> ● Un adobe = 12 kg = 5 palas de tierra suelta ● 16 % cemento = 1920 gr = 4/5 de parte de una pala ○ Agua = 2.72 litros

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar previamente el control de calidad del material que será empleado en la elaboración de adobes comprimidos. Esto se puede lograr sometiendo a pruebas de campo a la materia prima con que se elaborarán los adobes comprimidos, para garantizar su calidad.
2. Se recomienda que para la elaboración de los adobes comprimidos, el suelo sea secado al horno o a la intemperie, con el fin de que se mezcle con el cemento de modo homogéneo en seco y esto, a su vez, se sature con una cantidad igual al contenido óptimo de humedad obtenido del ensayo de compactación proctor.
3. Se recomienda que al comprimir los adobes, el material reciba una precompresión con un pisón manual para sacar el aire atrapado, y que la superficie donde se desmolde las unidades de adobe comprimido esté seca y en un plano horizontal.

BIBLIOGRAFÍA

1. Carcedo M. Resistencia a compresión de bloques de tierra comprimida estabilizada con materiales de sílice de diferente tamaño de partícula [Tesis de maestría]. Madrid: Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de Universidad Politécnica de Madrid [en línea]; 2012 [acceso el 10 de diciembre de 2012]. Disponible en: https://oa.upm.es/10672/3/TESIS_MASTER_MIGUEL_CARCEDO_FERNANDEZ.pdf
2. Ramírez M. Deterioro y estabilización del adobe [Tesis de maestría]. México D.F.: Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Tecamachalco, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Politécnico Nacional [en línea]; 2011 [acceso el 10 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/21734/Tesis%20-%20Miguel%20-%C3%81ngel%20Ram%20-%C3%ADrez%20Pacheco.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Perú: Características de las viviendas particulares y los hogares. Acceso a los servicios básicos. Censos Nacionales: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. Lima: INEI [en línea]; 2018 [acceso el 10 de diciembre de 2021]. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1538/Libro.pdf
4. Arce R, Rodríguez V. Propuesta del empleo de adobe reforzado con geomalla en la construcción de viviendas unifamiliares de un piso en el pueblo Yanama – Ayacucho [Tesis de licenciatura]. Huancavelica: Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Huancavelica [en línea]; 2014 [acceso el 10 de diciembre de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/237/TP%20-%20UNH%20CIVIL%200021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
5. LamasPerú.com. Lamas en escombros [en línea]; s.f. [acceso el 10 de diciembre de 2021.] Disponible en: <https://www.lamasperu.com/informacion/terremoto.htm>.
6. Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). Inundación en el distrito de Sangarará, Cusco. Reporte complementario N° 429-14/05/2018/COEN/INDECI 17:00 horas (Reporte N° 1) [en línea]; 2018 (acceso el 10 de diciembre de 2021). Disponible en: <https://www.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2018/09/20180514184455.pdf>

7. Tavera H, Flores C, Fernández E, Guardia P. Sismo de Paruro (Cusco). Aspectos sismológicos, Informe Técnico N° 03-2014. Instituto Geofísico del Perú (IGP) [en línea]; 2014 [acceso el 10 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.igp.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12816/1096/Sismo%20de%20Paruro%20%28Cusco%29%20del%2027%20de%20setiembre%202014%20%285.1ML%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
8. Museo de Pachacamac. Santuario arqueológico. Conservación de emergencia (en línea); s.f. (acceso el 10 de diciembre de 2021). Disponible en: <https://pachacamac.cultura.pe/santuario-arqueologico/conservacion/conservacion-de-emergencia>
9. Köppen W, Geiger R. Clasificación climática mundial según Köppen-Geiger [en línea]; 1884 [acceso el 10 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.simulacionesyproyectos.com/blog-ingenieria-arquitectura/clasificacion-climatica/>
10. Climate-Data.Org. Clima Cuzco (Perú) [en línea]; 2021 (acceso el 10 de diciembre de 2021). Disponible en: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/peru/cuzco/cuzco-1016/>
11. Cabrera SP, Aranda-Jiménez YG, Suárez-Domínguez EJ, Rotondaro R. Bloques de tierra comprimida (BTC) estabilizados con cal y cemento. Evaluación de su impacto ambiental y su resistencia a compresión. Revista Hábitat Sustentable [en línea], 10(2), pp. 70-81; 2020 [acceso el 10 de diciembre de 2021]. Doi: <https://doi.org/10.22320/07190700.2020.10.02.05>
12. Echeverry JE, Jaramillo C. Elaboración de (BTC) bloques de tierra comprimida con suelos derivados de cenizas volcánicas y materiales alternativos [Tesis de licenciatura]. Pereira: Universidad Libre Seccional de Pereira [en línea]; 2017 [acceso el 10 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17000/ELABORACION%20DE%20BLOQUES%20DE%20TIERRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
13. Díaz LA. El mejoramiento físico del adobe para fines constructivos [Tesis de maestría]. México D.F: Universidad Autónoma de México (UNAM) [en línea]; 2016 [acceso el 10 de diciembre de 2021]. Disponible en: https://repositorio.unam.mx/contenidos/el-mejoramiento-fisico-del-adobe-para-fines-constructivos-177376?c=B092O5&d=false&q=*&i=2&v=1&t=search_0&as=0
14. Álvarez SY. Comparación de las propiedades mecánicas de unidades y prismas de bloques de tierra comprimida estabilizada con cemento y geopolímero de

- puzolana [Tesis de maestría]. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) [en línea]; 2018 [acceso el 10 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/465329034/Alvarez-Ordonez-Sydney-Yesenia>
15. Reyna YM. Influencia de la ceniza y cemento en el adobe para muro de mampostería sobre la compresión y durabilidad en el 2018 [Tesis de licenciatura]. Trujillo: Universidad Privada del Norte (UPN) [en línea]; 2019 [acceso el 10 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/21888/Reyna%20Noriega%20Yeniffer%20Madeley-Parcial.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 16. Olazábal K, Guevara DM. Análisis comparativo de las propiedades físico – mecánicas del adobe estabilizado con cemento y mucilago de gigantón fabricado según la Norma E-0.80, comparado con el adobe tradicional del distrito de San Jerónimo de la Región Cusco [Tesis de licenciatura]. Cusco: Universidad Andina del Cusco [en línea]; 2019 [acceso el 10 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/2858>
 17. Quintana DL, Vera MO. Evaluación de la erosión y la resistencia a la compresión de adobes con sustitución total y parcial de agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes de 0 %, 25 %, 50 %, 75 % y 100 % [Tesis de licenciatura]. Cusco: Universidad Andina del Cusco [en línea]; 2017 [acceso el 10 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://1library.co/document/qvI0I3gy-evaluacion-erosion-resistencia-compresion-sustitucion-parcial-mucilago-porcentajes.html>
 18. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Manual de Construcción. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; 2010.
 19. Ferrer A. La pintura mural: Su soporte, conservación, restauración y las técnicas modernas (2ª edición). Sevilla: Fondo Editorial de la Universidad de Sevilla; 1998.
 20. Concepto.Definición. Adobe [en línea]. 2021 [acceso el 11 de diciembre de 2021]. Disponible en <https://conceptodefinicion.de/adobe/>
 21. UNE 41410:2008. Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo [en línea]. 2008 [acceso el 10 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0042285>
 22. Ortiz GM. Determinación del módulo de elasticidad y la relación de Poisson del adobe compactado [Tesis de maestría]. Oaxaca de Juárez: Instituto Tecnológico de Oaxaca; 2006.
 23. Ríos EY. Efecto de la adición de látex natural y jabón en la resistencia mecánica y absorción del adobe compactado [Tesis de maestría]. Oaxaca de Juárez: Instituto Politécnico Nacional [en línea]; 2010. [acceso el 10 de diciembre de

- 2021]. Disponible en: http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/LITER_CIIDIROAX/117/R%c3%ados%20P%c3%a9rez%2c%20E.%20Y.%202010.pdf?sequence=1&isAllowed=y
24. Voluntarios en Asistencia Técnica (VITA). Fabricación de bloques de construcción con la prensa cinva. Bogotá: VITA [en línea]; 1977 [acceso el 10 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://fddocuments.in/document/este-manual-ha-sido-recopilado-por-vita-voluntarios-enpdfusaidgovpdfdocs-11798.html>
 25. Gracomaq S.A.S. Cinva Ram [en línea]. 2021 (acceso el 12 de diciembre de 2021). Disponible en: <https://gracomaq.net/web/adobe-ecologico/cinva-ram/>
 26. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Norma E.080, Diseño y construcción con tierra reforzada. Lima: Diario Oficial El Peruano (5 de abril de 2017).
 27. Enciso F. Ensayos a la unidad de albañilería [en línea]. 2012 [acceso el 10 de diciembre de 2021]. Disponible en: https://www.academia.edu/10643669/ENSAYOS_A_LA_UNIDAD_DE_ALBA%C3%91ILERIA_A_
 28. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [en línea]; 2006 [acceso el 10 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo/documentos/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>
 29. Norma Técnica Peruana (NTP). Norma 399.613, Unidades de albañilería. Lima: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI [en línea]; 2005 [acceso el 12 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://pdfslide.tips/documents/ntp-399613pdf.html>
 30. Bestraten S, Hormías E, Altermnir A. Construcción con tierra en el siglo XXI. Informes de la Construcción. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) [en línea]; 2010 [acceso el 10 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/1248/1333>
 31. Barros LP, Imhoff FA. Resistencia sísmica del suelo-cemento postensado en construcciones de baja complejidad geométrica. Revista de la Construcción, 9(2), pp. 26-38. Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile [en línea]; 2010 [acceso el 10 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1276/127619215004.pdf>

32. Gallegos H, Casabonne C. Albañilería estructural. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) [en línea]; 2005 [acceso el 10 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=hAseV7yYZG8C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
33. Canavesi LE. Protocolo de ensayos para materiales de construcción con tierra: Adobe, BTC, tapial, mortero [en línea]. 2021 [acceso el 12 de diciembre de 2021]. Disponible en: http://redprotierra.com.ar/wp-content/uploads/2020/08/PROTOCOLOS_BTC_ADOBE_TAPIA.pdf
34. Valero L. Mecánica del suelo para ingenieros de carreteras y aeropuertos. Madrid: Road Research Laboratory D.S.I.R.; 1963.
35. Bañón L, Beviá JF. Manual de carreteras [en línea]. 2016 [acceso el 12 de diciembre de 2021]. Disponible en: https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-de-carreteras_luis-bac3b1on-y-jose-bevia_elementos-y-proyecto.pdf
36. García JR. Estudio de la técnica de suelo-cemento para la estabilización de vías terciarias en Colombia que posean un alto contenido de caolín [Tesis de maestría]. Santa Fe de Bogotá: Universidad Católica de Colombia [en línea]; 2019 [acceso el 10 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23731/1/Suelo%20cemento-%20Tesis.pdf>
37. Suárez S. Materiales de construcción suelo cemento (PPT) [en línea]. 2016 [acceso el 10 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.slideshare.net/Santiago8Suarez/materiales-de-construccin-suelo-cemento>.
38. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Norma 334.009, Cementos Portland y Requis. Lima: Diario Oficial el Peruano (2 de abril de 2005).
39. Wikipedia. Cemento Portland [en línea]. 2021 [acceso el 10 de diciembre de 2021]. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Cemento_portland.
40. Norma Técnica Peruana (NTP). Ensayos a la Unidad de Albañilería. 2003.
41. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Ecología y enseñanza rural. Nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas. Roma: Fao [en línea]; 1996 [acceso el 10 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/ap440s/ap440s.pdf>
42. Juárez E, Rico A. Mecánica de suelos. México D.F.: Limusa; 2005.

43. Parro.com.ar. Diccionario de arquitectura y construcción. Definiciones y traducciones [en línea]. 2006 [acceso el 10 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.parro.com.ar/definicion-de-resistencia+a+la+flexi%f3n>.
44. Tamayo M. El proceso de la investigación científica (4ª ed.). México, D. F: Limusa; 2003.
45. Hernández R, Mellado C, Baptista P. Metodología de la Investigación. México D.F.: Prentice Hall; 2018.
46. Arias F. (2006). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. Caracas: Editorial Episteme
47. Ballestrini, M. Cómo se elabora el proyecto de investigación. Caracas: BL Consultores Asociados; 2006.
48. Herrera, A. Notas sobre psicometría. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 1998.
49. Aiken, LR. Coeficients for Analyzing the Reliability and Validity of Ratings. *Educational and Psychological Measurement*, 45, pp. 131-142; 1985.

ANEXOS

ANEXO A. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología / diseño
<p>Problema general: ¿En qué medida influye la adición del cemento Portland tipo IP en las propiedades del adobe andino comprimido artesanalmente en el distrito de San Jerónimo, Cusco, 2021?</p> <p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿En qué medida influye la adición del cemento Portland tipo IP en el peso específico seco del material con que se elabora el adobe andino comprimido artesanalmente del distrito de San Jerónimo, Cusco, en el 2021.? • ¿En qué medida influye la adición del cemento portland tipo IP en la resistencia a la compresión del adobe andino comprimido artesanalmente con material del distrito de San Jerónimo, Cusco, en el 2021? • ¿En qué medida influye la adición del cemento portland tipo IP en la resistencia a la erosión por goteo del adobe andino comprimido artesanalmente con material del distrito de San Jerónimo, Cusco, en el 2021? 	<p>Objetivo general: Evaluar la influencia de la adición del cemento Portland tipo IP en las propiedades del adobe andino comprimido artesanalmente con material del distrito de San Jerónimo, Cusco, en el 2021.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la influencia de la adición del cemento Portland tipo IP en el peso específico seco del material con que se elabora el adobe andino comprimido artesanalmente del distrito de San Jerónimo, Cusco, en el 2021. • Determinar la influencia de la adición del cemento Portland tipo IP en la resistencia a la compresión del adobe andino comprimido artesanalmente con material del distrito de San Jerónimo, Cusco, en el 2021. • Determinar la influencia de la adición del cemento Portland tipo IP en la resistencia a la erosión por goteo del adobe andino comprimido artesanalmente con material del distrito de San Jerónimo, Cusco, en el 2021. 	<p>Hipótesis general: La adición del cemento Portland tipo IP influye positivamente en las propiedades del adobe andino comprimido artesanalmente con material del distrito de San Jerónimo, Cusco, en el 2021.</p> <p>Hipótesis nula: La adición del cemento Portland tipo IP no influye en las propiedades del adobe andino comprimido artesanalmente con material del distrito de San Jerónimo, Cusco, en el 2021.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La adición del cemento Portland tipo IP incide positivamente en el peso específico seco del material con que se elabora el adobe andino comprimido artesanalmente del distrito de San Jerónimo, Cusco, en el 2021. • La adición del cemento Portland tipo IP contribuye positivamente en la resistencia a la compresión del adobe andino comprimido artesanalmente con material del distrito de San Jerónimo, Cusco, en el 2021. • La adición del cemento Portland tipo IP contribuye positivamente en la resistencia a la erosión por goteo del adobe andino comprimido artesanalmente con material del distrito de San Jerónimo, Cusco, en el 2021. 	<p>V1: variable independiente: Adición de cemento Portland tipo IP</p> <p>V2: Variables dependientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peso específico seco del material. • Resistencia a la compresión del adobe. • Resistencia a la erosión por goteo. 	<p>Tipo de investigación: Aplicada.</p> <p>Nivel de investigación: Explicativo</p> <p>Enfoque de investigación: Cuantitativo.</p> <p>Diseño de investigación: Experimental puro</p> <p>Ge (r) x o1 Gc (r) - o2</p> <p>Donde:</p> <p>Ge: Grupo experimental de unidades de adobe comprimido mejorado.</p> <p>Gc: Grupo de control de unidades de adobe comprimido.</p> <p>X: adición de cemento en 4 %, 10 % y 16%.</p> <p>O1: Medición de las propiedades.</p> <p>O2: Medición de las propiedades de las unidades que no cuentan con adición de cemento.</p>

**ANEXO B. FICHAS DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS,
FORMATO DE VALIDACION DE CRITERIOS DE EXPERTOS Y
FICHAS DE RECOLECCION DE DATOS**

Ficha de validación de instrumentos – Juicio de Experto (EXPERTO 1) – Peso Específico Máximo

**FICHA DE VALIDACIÓN DE
INSTRUMENTOS JUICIO DE
EXPERTO**

Estimado Especialista: Ing. Didi Denilson Torres Contreras

Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo como JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA CALCULAR EL PESO ESPECIFICO SECO MAXIMO DEL SUELO PARA ELABORAR EL ADOBE COMPRIMIDO

Le presento la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene como enfoque:

Cualitativo () 2. Cuantitativo (X) 3. Mixto ()

El resultado de esta evaluación permitirá la validez de contenido del instrumento para el proyecto:

Título del proyecto de tesis:	Influencia del Cemento Portland Tipo IP en las Propiedades del Adobe Comprimido Artesanalmente en San Jerónimo - Cusco en el año 2021
Línea de investigación:	Gestión de la construcción

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Mg. Ing. Jorge Aurelio Ticlla Rivera.

De antemano le agradezco sus aportes.

Cusco, 23 de abril del 2021



Tesista: Elvis Vargas Saire
D.N.I: 46781369

Ficha de validación de instrumentos – Juicio de Experto (EXPERTO 1) – Resistencia a la Compresión

**FICHA DE VALIDACIÓN
DE INSTRUMENTOS
JUICIO DE EXPERTO**

Estimado Especialista: Ing. Didi Denilson Torres Contreras

Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo como JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA CALCULAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPRIMIDO

Le presento la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene como enfoque:

Cualitativo () 2. Cuantitativo (X) 3. Mixto ()

El resultado de esta evaluación permitirá la validez de contenido del instrumento para el proyecto:

Título del proyecto de tesis:	Influencia del Cemento Portland tipo IP en las Propiedades del Adobe Comprimido Artesanalmente en San Jerónimo - Cusco en el año 2021
Línea de investigación:	Gestión de la construcción

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Mg. Ing. Jorge Aurelio Ticlla Rivera.

De antemano le agradezco sus aportes.

Cusco, 23 de abril del 2021



Tesista: Elvis Vargas Saire

D.N.I: 46781369

Ficha de validación de instrumentos – Juicio de Experto (EXPERTO 1) – Resistencia a la Erosión por Goteo

**FICHA DE VALIDACIÓN
DE INSTRUMENTOS
JUICIO DE EXPERTO**

Estimado Especialista: Ing. Didi Denilson Torres Contreras

Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo como JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA CALCULAR LA RESISTENCIA A LA EROSION POR GOTEO (EROSION ACELERADA SWINBURNE - SAET)

Le presento la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene como enfoque:

Cualitativo () 2. Cuantitativo (X) 3. Mixto ()

El resultado de esta evaluación permitirá la validez de contenido del instrumento para el proyecto:

Título del proyecto de tesis:	Influencia del Cemento Portland Tipo IP en las Propiedades del Adobe Comprimido Artesanalmente en San Jerónimo - Cusco en el año 2021
Línea de investigación:	Gestión de la construcción

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Mg. Ing. Jorge Aurelio Ticlla Rivera.

De antemano le agradezco sus aportes.

Cusco, 23 de abril del 2021


.....
Tesisista: Elvis Vargas Saire
D.N.I: 46781369

Formato de validación de Criterios de Expertos (EXPERTO 1) – Peso Específico Máximo

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	23 de Abril del 2021
Validador	ING. DIDI DENILSON TORRES CONTRERAS
Cargo e institución donde labora	RESIDENTE DE OBRA PROYECTO CALCA URUBAMBA INSTITUTO DE MANEJO DE AGUA Y MEDIO AMBIENTE
Instrumento a validar	Ficha de recolección de datos para calcular el peso específico seco máximo del suelo para elaborar el adobe comprimido
Objetivo del instrumento	Determinar el peso específico seco máximo del suelo para elaborar el adobe comprimido
Autor(es) del instrumento	Tesista Elvis Vargas Saire

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X		
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
TOTAL					

III. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.90$$

Coefficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

(Elosua & Bully, 2012)

Ing. Didi Denilson Torres Contreras

Formato de validación de Criterios de Expertos (EXPERTO 1) – Resistencia a la Compresión

Formato de Validación de Criterios de Expertos

Fecha	23 de Abril del 2021
Validador	ING. DIDI DENILSON TORRES CONTRERAS
Cargo e institución donde labora	RESIDENTE DE OBRA PROYECTO CALCA URUBAMBA INSTITUTO DE MANEJO DE AGUA Y MEDIO AMBIENTE
Instrumento a validar	Ficha de recolección de datos para calcular la resistencia a la compresión del adobe comprimido
Objetivo del instrumento	Determinar la resistencia a la compresión del adobe comprimido
Autor(es) del instrumento	Tesista Elvis Vargas Saire

IV. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X		
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL					

V. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.93$$

Coeficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

(Elosua & Bully, 2012)


Didi Denilson Torres Contreras
Ing. CIVIL

Ing. Didi Denilson Torres Contreras

Formato de validación de Criterios de Expertos (EXPERTO 1) – Resistencia a la Erosión por Goteo

Formato de Validación de Criterios de Expertos

Fecha	23 de Abril del 2021
Validador	ING. DIDI DENILSON TORRES CONTRERAS
Cargo e institución donde labora	RESIDENTE DE OBRA PROYECTO CALCA URUBAMBA INSTITUTO DE MANEJO DE AGUA Y MEDIO AMBIENTE
Instrumento a validar	Ficha de recolección de datos para calcular la resistencia a la erosión al goteo (Erosión acelerada Swinburne - SAET)
Objetivo del instrumento	Determinar la resistencia a la erosión por goteo del adobe comprimido
Autor(es) del instrumento	Tesista Elvis Vargas Saire

VI. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL					

VII. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.93$$

Coefficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

(Elosua & Bully, 2012)

Ing. Didi Denilson Torres Contreras

Ficha de Recolección de Datos del Peso Específico Seco Máximo (EXPERTO 1)

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL PESO ESPECÍFICO SECO MAXIMO

La presente ficha de recolección tiene como objetivo determinar el peso específico seco máximo y contenido óptimo de humedad del suelo que servirá para elaborar el adobe andino comprimido artesanalmente.

Instrucciones: A continuación, se presenta un formato determinar el peso específico seco máximo del suelo para elaborar el adobe.

Formato para cálculo de peso específico seco máximo del suelo para elaborar el adobe comprimido.

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>				
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERONIMO - CUSCO EN EL AÑO 2021				
ENSAYO: PROCTOR MODIFICADO (FORMATO RELACIONES HUMEDAD - DENSIDAD)				
LUGAR:				
RESPONSBLE:			FECHA:	
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD				
Muestra N°	P1	P2	P3	P4
N° Tara				
Peso Hum+(T)				
Peso SECO+(T)				
Peso Agua				
Tara (T)				
Peso Suelo Seco				
Contenido de Humedad (w)				
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD		Volumen del Molde:		cm3
		Peso del Molde:		gr
Contenido de Humedad (wm)				
Peso de Suelo + Molde (gr)				
Peso de Suelo Húmedo Compactado (gr)				
Densidad húmeda (gr/cm3)				
Densidad seca (Yseca) (gr/cm3)				


 Didi Delisón Torres Contreras
 Ing. CIVIL
 CIP N° 122256

Ficha de Recolección de Datos del Peso Específico Seco Máximo (EXPERTO 1)

Figura Curva de compactación



Tabla de resultados (contenido de humedad optimo y densidad seca máxima) en base a la curva de compactación.

Contenido de Humedad optimo (%)	Densidad Seca Máxima (gr/cm ³)
------------------------------------	---


Didi Delvison Torres Contreras
Ing. CIVIL
CIP N° 122206

Ficha de Recolección de Datos del Ensayo a la Resistencia a la Compresión
(EXPERTO 1)

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPRIMIDO

La presente ficha de recolección tiene como calcular determinar la resistencia a la compresión de los adobes comprimidos, considerando que se tiene el adobe patrón (0% de cemento) y 3 opciones de dosificación de cemento tipo IP

Ficha de recolección de datos para el ensayo de Resistencia a la Compresión (0%, 4%, 10% y 16% de cemento), el formato se aplicara para cada porcentaje.

		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL							
		TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERONIMO - CUSCO EN EL AÑO 2021							
ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL ADOBE COMPRIMIDO									
LUGAR:									
RESPONSBLE:							FECHA:		
UNIDAD DE ADOBE	ADOBE COMPRIMIDO CON 0% CEMENTO				CARGA	CARGA	Compresión	Desviación estándar	f^b
	CUBO DE ADOBE	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm²)	KN	kgf	kg/cm²	delta	kg/cm²
PROMEDIOS									


 Didi Denilson Torres Contreras
 Ing. CIVIL
 CIP Nº 122206

Ficha de Recolección de Datos del Ensayo de Resistencia a la Erosión por Goteo (EXPERTO 1)

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA EROSIÓN POR GOTEO.

La presente ficha de recolección tiene como objetivo Determinar la resistencia la erosión por goteo de los adobes comprimidos que se elaboraran.

Ficha de recolección de datos para el ensayo de Resistencia a la Erosión por goteo – Erosión Acelerada Swinburne (0%, 4%, 10% y 16% de cemento), el formato se aplicará a cada porcentaje.

		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERONIMO - CUSCO EN EL AÑO 2021				
Ensayo de Laboratorio a las Unidades de Adobe Comprimido: Erosión Acelerada Swinburne (SAET)				
Norma UNE 41410, España				
Lugar:				
Responsable:			Fecha:	
Adobe Comprimido Artesanalmente				Día N°
Unidad de Adobe N°	Tiempo	Oquedad Máxima	Oquedad	Criterio de Aceptación o Rechazo Observaciones
	Min	mm	mm	
1				
2				
3				
4				


 Didi Delisón Torres Contreras
 Ing. CIVIL
 CIP N° 122206

Formato de Validación de Criterios Peso Específico Seco Máximo (EXPERTO 2)

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	23 de Abril del 2021
Validador	M. Ing. Yesenia Lizvette Conislla Rocca
Cargo e institución donde labora	Residente de Obra – Freak Constructores y Consultores S.R.L
Instrumento a validar	Ficha de recolección de datos para calcular el peso específico seco máximo del suelo para elaborar el adobe comprimido
Objetivo del instrumento	Determinar el peso específico seco máximo del suelo para elaborar el adobe comprimido
Autor(es) del instrumento	Tesista Elvis Vargas Saire

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

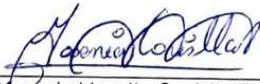
Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(1)	(2)	(3)	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
TOTAL					

III. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.93$$

Coefficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

(Elosua & Bully, 2012)


 M. Ing. Yesenia Lizvette Conislla Rocca

Formato de Validación de Criterios del Ensayo de Resistencia a la Compresión
(EXPERTO 2)

Formato de Validación de Criterios de Expertos

Fecha	23 de Abril del 2021
Validador	M. Ing. Yesenia Lizvette Conislla Rocca
Cargo e institución donde labora	Residente de Obra – Freak Constructores y Consultores S.R.L
Instrumento a validar	Ficha de recolección de datos para calcular la resistencia a la compresión del adobe comprimido
Objetivo del instrumento	Determinar la resistencia a la compresión del adobe comprimido
Autor(es) del instrumento	Tesista Elvis Vargas Saire

IV. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

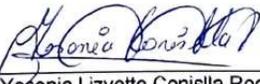
Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
TOTAL					

V. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.90$$

Coefficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

(Elosua & Bully, 2012)


M. Ing. Yesenia Lizvette Conislla Rocca

Formato de Validación de Criterios del Ensayo de Resistencia a la Erosión por Goteo (EXPERTO 2)

Formato de Validación de Criterios de Expertos

Fecha	23 de Abril del 2021
Validador	M. Ing. Yesenia Lizvette Conislla Rocca
Cargo e institución donde labora	Residente de Obra – Freak Constructores y Consultores S.R.L
Instrumento a validar	Ficha de recolección de datos para calcular la resistencia a la erosión por goteo (Erosión acelerada Swinburne - SAET)
Objetivo del instrumento	Determinar la resistencia a la erosión por goteo del adobe comprimido
Autor(es) del instrumento	Tesista Elvis Vargas Saire

VI. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

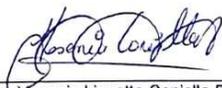
Criterios	Indicadores	D R B			Observación
		(1)	(2)	(3)	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X		
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
TOTAL					

VII. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.83$$

Coefficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

(Elosua & Bully, 2012)


 M. Ing. Yesenia Lizvette Conislla Rocca

Ficha de Recolección de Datos Peso Específico Seco Máximo (EXPERTO 2)

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL PESO ESPECÍFICO SECO MAXIMO

La presente ficha de recolección tiene como objetivo determinar el peso específico seco máximo y contenido óptimo de humedad del suelo que servirá para elaborar el adobe andino comprimido artesanalmente.

Instrucciones: A continuación, se presenta un formato determinar el peso específico seco máximo del suelo para elaborar el adobe.

Formato para cálculo de peso específico seco máximo del suelo para elaborar el adobe comprimido.

 Universidad Continental		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
		TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERONIMO - CUSCO EN EL AÑO 2021			
ENSAYO: PROCTOR MODIFICADO (FORMATO RELACIONES HUMEDAD - DENSIDAD)					
LUGAR:					
RESPONSBLE:				FECHA:	
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD					
Muestra N°	P1	P2	P3	P4	
N° Tara					
Peso Hum+(T)					
Peso SECO+(T)					
Peso Agua					
Tara (T)					
Peso Suelo Seco					
Contenido de Humedad (w)					
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD			Volumen del Molde:		cm3
			Peso del Molde:		gr
Contenido de Humedad (wm)					
Peso de Suelo + Molde (gr)					
Peso de Suelo Húmedo Compactado (gr)					
Densidad húmeda (gr/cm3)					
Densidad seca (Yseca) (gr/cm3)					


 Didi Delisón Torres Contreras
 Ing. CIVIL
 CIP N° 122206

Ficha de Recolección de Datos Peso Específico Seco Máximo (EXPERTO 2)

Figura Curva de compactación



Tabla de resultados (contenido de humedad óptimo y densidad seca máxima) en base a la curva de compactación.

Contenido de Humedad óptimo (%)	Densidad Seca Máxima (gr/cm ³)


Didi Delisón Torres Contreras
Ing. CIVIL
CIP N° 122206

Ficha de Recolección de Datos del Ensayo de Resistencia a la Compresión
(EXPERTO 2)

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPRIMIDO

La presente ficha de recolección tiene como calcular determinar la resistencia a la compresión de los adobes comprimidos, considerando que se tiene el adobe patrón (0% de cemento) y 3 opciones de dosificación de cemento tipo IP

Ficha de recolección de datos para el ensayo de Resistencia a la Compresión (0%, 4%, 10% y 16% de cemento), el formato se aplicara para cada porcentaje.

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERONIMO - CUSCO EN EL AÑO 2021									
ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL ADOBE COMPRIMIDO									
LUGAR:									
RESPONSABLE:								FECHA:	
UNIDAD DE ADOBE	ADOBE COMPRIMIDO CON 0% CEMENTO				CARGA		Compresión	Desviación estándar	f'b
	CUBO DE ADOBE	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	KN	kgf	kg/cm ²	delta	kg/cm ²
PROMEDIOS									


 Didi Delisón Torres Contreras
 Ing. CIVIL
 CIP N° 122206

Ficha de Recolección de Datos del Ensayo de Resistencia a la Erosión por Goteo (EXPERTO 2)

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE RESITENCIA A LA EROSIÓN POR GOTEO.

La presente ficha de recolección tiene como objetivo Determinar la resistencia la erosión por goteo de los adobes comprimidos que se elaboraran.

Ficha de recolección de datos para el ensayo de Resistencia a la Erosión por goteo – Erosión Acelerada Swinburne (0%, 4%, 10% y 16% de cemento), el formato se aplicará a cada porcentaje.

		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
		TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERONIMO - CUSCO EN EL AÑO 2021		
Ensayo de Laboratorio a las Unidades de Adobe Comprimido: Erosión Acelerada Swinburne (SAET)				
Norma UNE 41410, España				
Lugar:				
Responsable:			Fecha:	
Adobe Comprimido Artesanalmente				Día N°
Unidad de Adobe N°	Tiempo	Oquedad Máxima	Oquedad	Criterio de Aceptación o Rechazo Observaciones
	Min	mm	mm	
1				
2				
3				
4				



Ficha de Validación de Instrumento - Peso Específico Seco Máximo (EXPERTO 3)

**FICHA DE VALIDACIÓN DE
INSTRUMENTOS JUICIO DE
EXPERTO**

Estimado Especialista: Mg. Ing. Eigner Roman Villegas

Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo como JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA CALCULAR EL PESO ESPECIFICO SECO MAXIMO DEL MATERIAL PARA ELABORAR EL ADOBE COMPRIMIDO

Le presento la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene como enfoque:

Cualitativo () 2. Cuantitativo (X) 3. Mixto ()

El resultado de esta evaluación permitirá la validez de contenido del instrumento para el proyecto:

Título del proyecto de tesis:	Influencia del Cemento Portland Tipo IP en las Propiedades del Adobe Comprimido Artesanalmente en San Jerónimo - Cusco en el año 2021
Línea de investigación:	Gestión de la construcción

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Mg. Ing. Jorge Aurelio Ticla Rivera.

De antemano le agradezco sus aportes.

Cusco, 23 de abril del 2021

Tesista: Elvis Vargas Saire
D.N.I: 46781369

Ficha de Validación de Instrumento Criterios – Ensayo de Resistencia a la comprensión (EXPERTO 3)

**FICHA DE VALIDACIÓN
DE INSTRUMENTOS
JUICIO DE EXPERTO**

Estimado Especialista: M. Ing. Eigner Roman Villegas

Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo como JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA CALCULAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPRIMIDO

Le presento la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene como enfoque:

Cualitativo () 2. Cuantitativo (X) 3. Mixto ()

El resultado de esta evaluación permitirá la validez de contenido del instrumento para el proyecto:

Título del proyecto de tesis:	Influencia del Cemento Portland tipo IP en las Propiedades del Adobe Comprimido Artesanalmente en San Jerónimo - Cusco en el año 2021
Línea de investigación:	Gestión de la construcción

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Mg. Ing. Jorge Aurelio Ticlla Rivera.

De antemano le agradezco sus aportes.

Cusco, 23 de abril del 2021

Tesista: Elvis Vargas Saire
D.N.I: 46781369

Ficha de Validación de Instrumentos – Ensayo de Resistencia a la Erosión por Goteo (EXPERTO 3)

**FICHA DE VALIDACIÓN
DE INSTRUMENTOS
JUICIO DE EXPERTO**

Estimado Especialista: Mg. Ing. Eigner Roman Villegas

Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo como JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA CALCULAR LA RESISTENCIA A LA EROSION POR GOTEO (EROSION ACELERADA SWINBURNE - SAET)

Le presento la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene como enfoque:

Cualitativo () 2. Cuantitativo (X) 3. Mixto ()

El resultado de esta evaluación permitirá la validez de contenido del instrumento para el proyecto:

Título del proyecto de tesis:	Influencia del Cemento Portland Tipo IP en las Propiedades del Adobe Comprimido Artesanalmente en San Jerónimo - Cusco en el año 2021
Línea de investigación:	Gestión de la construcción

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Mg. Ing. Jorge Aurelio Ticla Rivera.

De antemano le agradezco sus aportes.

Cusco, 23 de abril del 2021

Tesista: Elvis Vargas Saire
D.N.I: 46781369

Formato de Validación de Criterios – Peso Específico Seco Máximo (EXPERTO 3)

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	23 de Abril del 2021
Validador	Mg. Ing. Eigner Roman Villegas
Cargo e institución donde labora	Docente de la Universidad Continental – Sede Cusco
Instrumento a validar	Ficha de recolección de datos para calcular el peso específico seco máximo del suelo para elaborar el adobe comprimido
Objetivo del instrumento	Determinar el peso específico seco máximo del material para elaborar el adobe comprimido
Autor(es) del instrumento	Tesista Elvis Vargas Saire

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

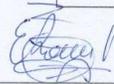
Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.		X		
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL					

III. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.97$$

Coeficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

(Elosua & Bully, 2012)


Mg. Ing. Eigner Roman Villegas

Formato de Validación de Criterios – Ensayo de Resistencia a la comprensión (EXPERTO 3)

Formato de Validación de Criterios de Expertos

Fecha	23 de Abril del 2021
Validador	Mg. Ing. Eigner Roman Villegas
Cargo e institución donde labora	Docente de la Universidad Continental – Sede Cusco
Instrumento a validar	Ficha de recolección de datos para calcular la resistencia a la compresión del adobe comprimido
Objetivo del instrumento	Determinar la resistencia a la compresión del adobe comprimido
Autor(es) del instrumento	Tesista Elvis Vargas Saire

IV. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

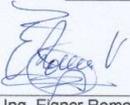
Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
TOTAL					

V. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.97$$

Coefficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

(Elosua & Bully, 2012)


Mg. Ing. Eigner Roman Villegas

Formato de Validación de Criterios – Ensayo de Resistencia a la a la Erosión por Goteo (EXPERTO 3)

Formato de Validación de Criterios de Expertos

Fecha	23 de Abril del 2021
Validador	Mg. Ing. Eigner Roman Villegas
Cargo e institución donde labora	Docente de la Universidad Continental – Sede Cusco
Instrumento a validar	Ficha de recolección de datos para calcular la resistencia a la erosión por goteo (Erosión acelerada Swinburne - SAET)
Objetivo del instrumento	Determinar la resistencia a la erosión por goteo del adobe comprimido
Autor(es) del instrumento	Tesista Elvis Vargas Saire

VI. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

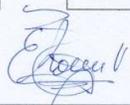
Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de Investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la Variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X		
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL					

VII. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.93$$

Coefficientes	Validez
0.40 a más	Muy bueno
0.30 a 0.39	Bueno
0.20 a 0.29	Deficiente
0 a 0.19	Insuficiente

(Elosua & Bully, 2012)


Mg. Ing. Eigner Roman Villegas

Formato de Recolección de datos – Peso Específico Máximo (EXPERTO 3)

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL PESO ESPECÍFICO SECO MÁXIMO

La presente ficha de recolección tiene como objetivo determinar el peso específico seco máximo y contenido óptimo de humedad del suelo que servirá para elaborar el adobe andino comprimido artesanalmente.

Instrucciones: A continuación, se presenta un formato determinar el peso específico seco máximo del suelo para elaborar el adobe.

Formato para cálculo de peso específico seco máximo del suelo para elaborar el adobe comprimido.

		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
		TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERONIMO - CUSCO EN EL AÑO 2021			
ENSAYO: PROCTOR MODIFICADO (FORMATO RELACIONES HUMEDAD - DENSIDAD)					
LUGAR:					
RESPONSABLE:				FECHA:	
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD					
Muestra N°	P1	P2	P3	P4	
N° Tara					
Peso Hum+(T)					
Peso SECO+(T)					
Peso Agua					
Tara (T)					
Peso Suelo Seco					
Contenido de Humedad (w)					
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD			Volumen del Molde:		cm3
			Peso del Molde:		gr
Contenido de Humedad (wm)					
Peso de Suelo + Molde (gr)					
Peso de Suelo Húmedo Compactado (gr)					
Densidad húmeda (gr/cm3)					
Densidad seca (Yseca) (gr/cm3)					

[Handwritten signature]

Figura Curva de compactación



Tabla de resultados (contenido de humedad óptimo y densidad seca máxima) en base a la curva de compactación.

Contenido de Humedad óptimo (%)	Densidad Seca Máxima (gr/cm ³)

Handwritten signature

Formato de Recolección de datos – Ensayo de Resistencia a la Compresión (EXPERTO 3)

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPRIMIDO

La presente ficha de recolección tiene como calcular determinar la resistencia a la compresión de los adobes comprimidos, considerando que se tiene el adobe patrón (0% de cemento) y 3 opciones de dosificación de cemento tipo IP

Ficha de recolección de datos para el ensayo de Resistencia a la Compresión (0%, 4%, 10% y 16% de cemento), el formato se aplicara para cada porcentaje.

		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL							
		TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERONIMO - CUSCO EN EL AÑO 2021							
ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL ADOBE COMPRIMIDO									
LUGAR:									
RESPONSABLE:								FECHA:	
UNIDAD DE ADOBE	ADOBE COMPRIMIDO CON 0% CEMENTO			CARGA	CARGA	Compresión	Desviación estándar	fb	
	CUBO DE ADOBE	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	KN	kgf	kg/cm ²	delta	kg/cm ²
PROMEDIOS									



Formato de Recolección de datos – Ensayo de Resistencia a la Erosión por Goteo (EXPERTO 3)

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE RESITENCIA A LA EROSIÓN POR GOTEO.

La presente ficha de recolección tiene como objetivo Determinar la resistencia la erosión por goteo de los adobes comprimidos que se elaboraran.

Ficha de recolección de datos para el ensayo de Resistencia a la Erosión por goteo – Erosión Acelerada Swinburne (0%, 4%, 10% y 16% de cemento), el formato se aplicará a cada porcentaje.

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERONIMO - CUSCO EN EL AÑO 2021				
Ensayo de Laboratorio a las Unidades de Adobe Comprimido: Erosión Acelerada Swinburne (SAET)				
Norma UNE 41410, España				
Lugar:				
Responsable:			Fecha:	
Adobe Comprimido Artesanalmente				Día N°
Unidad de Adobe N°	Tiempo	Oquedad Máxima	Oquedad	Criterio de Aceptación o Rechazo Observaciones
	Min	mm	mm	
1				
2				
3				
4				



Resultados Ensayo de Resistencia a la Compresión (0% cemento)

Item		UBICACIÓN		DATOS DE MUESTRAS ENSAYADAS										RESISTENCIA(%)	OBSERVACIONES
		ESTRUCTURA	GRUPO	SERIE	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura (Programada)	Edad (días)	Fecha de Rotura (Ejecutada)	PROBETA		RESISTENCIA (kg/cm2)				
				Nº						A'8a	B'8a				
1				G-01	02/05/21	01/06/21	30	01/06/21		101.00	9.3		3.3		
2				G-02	02/05/21	01/06/21	30	01/06/21		99.80	9.4		3.3		
3			1	G-03	02/05/21	01/06/21	30	01/06/21		102.00	9.3		3.3		
4				G-04	02/05/21	01/06/21	30	01/06/21		99.40	9.4		3.3		
5				G-05	02/05/21	01/06/21	30	01/06/21		100.80	9.3		3.3		
6				G-06	02/05/21	01/06/21	30	01/06/21		103.02	9.2		3.3		
7				G-07	03/05/21	02/06/21	30	02/06/21		99.00	9.4		3.4		
8				G-08	03/05/21	02/06/21	30	02/06/21		99.80	9.4		3.3		
9			2	G-09	03/05/21	02/06/21	30	02/06/21		99.00	9.4		3.4		
10				G-10	03/05/21	02/06/21	30	02/06/21		99.50	9.3		3.3		
11				G-11	03/05/21	02/06/21	30	02/06/21		99.80	9.4		3.4		
12				G-12	03/05/21	02/06/21	30	02/06/21		100.90	9.4		3.3		
13				G-13	04/05/21	03/06/21	30	03/06/21		98.90	9.4		3.4		
14				G-14	04/05/21	03/06/21	30	03/06/21		100.80	9.3		3.3		
15			3	G-15	04/05/21	03/06/21	30	03/06/21		100.70	9.4		3.3		
16				G-16	04/05/21	03/06/21	30	03/06/21		99.70	9.4		3.3		
17				G-17	04/05/21	03/06/21	30	03/06/21		101.00	9.3		3.3		
18				G-18	04/05/21	03/06/21	30	03/06/21		103.02	9.2		3.3		

PROYECTO : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERÓNIMO - CUSCO EN EL AÑO 2021

SOLICITA : BACHILLER ELVIS VARGAS SAIRE

ADOBE : 0% DE CEMENTO

FECHA : 09-08-2021

HECHO POR: A.A.Y.O

REVISADO POR: M.B.E.

INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION

ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DEL CONCRETO

SUMINISTRO Y COLOCACION

UBICACION

ESTRUCTURA

GRUPO

SERIE

Fecha de Vaciado

Fecha de Rotura (Programada)

Edad (días)

Fecha de Rotura (Ejecutada)

PROBETA

A'8a

B'8a

RESISTENCIA(%)

OBSERVACIONES

OBSERVACIONES:

INGEO ANDES E.I.R.L.

Ing. Elard Mendoza Belar

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y FUNDAMENTOS

CUMPLE

NO CUMPLE

Resultados Ensayo de Resistencia a la Compresión (0% cemento)

Item		UBICACIÓN		DATOS DE MUESTRAS ENSAYADAS										RESISTENCIA (%)	OBSERVACIONES
		ESTRUCTURA	GRUPO	SERIE	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura (Programada)	Edad (días)	Fecha de Rotura (Ejecutada)	PROBETA		RESISTENCIA (kg/cm ²)				
				N°									AXB _a (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	
19		CUBOS DE ADOBE 0% CEMENTO	4	G-19	05/05/21	04/06/21	30	04/06/21	101.00	9.3		3.3			
20				G-20	05/05/21	04/06/21	30	04/06/21	99.80	9.4		3.3			
21				G-21	05/05/21	04/06/21	30	04/06/21	102.01	9.2		3.3			
22				G-22	05/05/21	04/06/21	30	04/06/21	97.71	9.5		3.4			
23				G-23	05/05/21	04/06/21	30	04/06/21	99.80	9.3		3.3			
24				G-24	05/05/21	04/06/21	30	04/06/21	102.01	9.2		3.3			
25				G-25	06/05/21	05/06/21	30	05/06/21	99.80	9.3		3.3			
26				G-26	06/05/21	05/06/21	30	05/06/21	99.70	9.4		3.3			
27				G-27	06/05/21	05/06/21	30	05/06/21	100.50	9.3		3.3			
28				G-28	06/05/21	05/06/21	30	05/06/21	101.00	9.3		3.3			
29		G-29	06/05/21	05/06/21	30	05/06/21	103.02	9.2		3.3					
30		G-30	06/05/21	05/06/21	30	05/06/21	99.80	9.3		3.3					
13															
14															
15															
16															
17															
18															

SUMINISTRO Y COLOCACION

INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION
ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DEL CONCRETO

PROYECTO : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERONIMO - CUSCO EN EL AÑO 2021
 HECHO POR: A.A.Y.O
 REVISADO POR: M.B.E.

SOLICITA: BACHILLER ELVIS VARGAS SAIRE
 ADOBE : 0% DE CEMENTO
 FECHA : 09-06-2021

INGEO ANDES E.I.R.L.

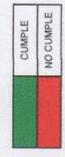
 Ing. Elard Mendoza Bejar
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP N° 143366

OBSERVACIONES:

	CUMPLE
	NO CUMPLE

Resultados Ensayo de Resistencia a la Compresión (4% de cemento)

INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION		ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS		REGISTRO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DEL CONCRETO						
PROYECTO : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERONIMO - CUSCO EN EL AÑO 2021 SOLICITA : BACHILLER ELVIS VARGAS SAIRE ADOBE : 4% DE CEMENTO FECHA : 09-06-2021 HECHO POR: A.A.Y.O REVISADO POR: M.B.E.										
Item	UBICACION		SERIE	Fecha de Vaciado (Programada)	Fecha de Rotura (Ejecutada)	Edad (dias)	PROBETA		RESISTENCIA(%)	OBSERVACIONES
	ESTRUCTURA	GRUPO					Area (cm2)	RESISTENCIA (kg/cm2)		
1	CUBOS DE ADOBE 4% CEMENTO	1	G-1	02/05/21	01/06/21	30	102.00	12.7	4.5	
2			G-2	02/05/21	01/06/21	30	102.01	12.5	4.5	
3			G-3	02/05/21	01/06/21	30	105.06	12.3	4.4	
4			G-4	02/05/21	01/06/21	30	98.01	13.1	4.7	
5			G-5	02/05/21	01/06/21	30	101.97	12.7	4.5	
6			G-6	02/05/21	01/06/21	30	102.00	12.8	4.6	
7	CUBOS DE ADOBE 4% CEMENTO	2	G-7	03/05/21	02/06/21	30	103.02	12.7	4.5	
8			G-8	03/05/21	02/06/21	30	101.00	13.0	4.7	
9			G-9	03/05/21	02/06/21	30	103.02	12.7	4.5	
10			G-10	03/05/21	02/06/21	30	98.00	13.3	4.7	
11			G-11	03/05/21	02/06/21	30	103.02	12.8	4.6	
12			G-12	03/05/21	02/06/21	30	103.02	12.9	4.6	
13	CUBOS DE ADOBE 4% CEMENTO	3	G-13	04/05/21	03/06/21	30	104.04	12.7	4.5	
14			G-14	04/05/21	03/06/21	30	101.00	13.2	4.7	
15			G-15	04/05/21	03/06/21	30	103.02	13.0	4.6	
16			G-16	04/05/21	03/06/21	30	98.99	13.5	4.6	
17			G-17	04/05/21	03/06/21	30	102.00	12.7	4.5	
18			G-18	04/05/21	03/06/21	30	101.00	13.0	4.6	



INGEO ANDES E.I.R.L.
 Ing. Elvys Vargasa Saire
 Especialista en Geotecnia y Suelos

OBSERVACIONES:

Resultados Ensayo de Resistencia a la Compresión (4% de cemento)

Núm		UBICACIÓN		SERIE	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura (Programada)	Edad (días)	Fecha de Rotura (Ejecutada)	PROBETA		RESISTENCIA (%)	OBSERVACIONES
		ESTRUCTURA	GRUPO						W _{ES} (g/cm ³)	RESISTENCIA (kg/cm ²)		
19	G-19	CUBOS DE ADOBE 4% CEMENTO	4	19	05/05/21	04/06/21	30	04/06/21	103.02	13.1	4.7	
20	G-20				05/05/21	04/06/21	30	04/06/21	101.00	13.3	4.8	
21	G-21				05/05/21	04/06/21	30	04/06/21	102.01	13.4	4.8	
22	G-22				05/05/21	04/06/21	30	04/06/21	98.98	12.8	4.6	
23	G-23				05/05/21	04/06/21	30	04/06/21	104.04	12.4	4.4	
24	G-24				05/05/21	04/06/21	30	04/06/21	101.00	13.0	4.6	
25	G-25	CUBOS DE ADOBE 4% CEMENTO	5	25	06/05/21	05/06/21	30	05/06/21	103.02	12.8	4.6	
26	G-26				06/05/21	05/06/21	30	05/06/21	103.02	12.7	4.5	
27	G-27				06/05/21	05/06/21	30	05/06/21	105.08	12.6	4.5	
28	G-28				06/05/21	05/06/21	30	05/06/21	100.88	13.2	4.7	
29	G-29				06/05/21	05/06/21	30	05/06/21	98.98	13.5	4.8	
30	G-30				06/05/21	05/06/21	30	05/06/21	101.00	13.2	4.7	
13												
14												
15												
16												
17												
18												

INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION
ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DEL CONCRETO

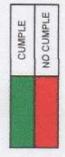
PROYECTO: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN PEDRO DE MACORIS - CURSO EN EL AÑO 2021
 SOLICITA: BACHILLER ELVIS VARGAS SAINRE
 ADOBE: 4% DE CEMENTO
 FECHA: 09.06.2021
 HECHO POR: A.A.Y.O
 REVISADO POR: M.B.E.

SUMINISTRO Y COLOCACION

DATOS DE MUESTRAS ENVIADAS

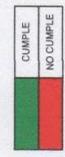


OBSERVACIONES:



Resultados Ensayo de Resistencia a la Compresión (10% de cemento)

Item		UBICACIÓN		SERIE		Fecha de Rotura (Programada)	Edad (días)	Fecha de Rotura (Ejecutada)	PROBETA		RESISTENCIA(%)	OBSERVACIONES	
		ESTRUCTURA	GRUPO	Nº	Fecha de Vaciado				Área (cm ²)	RESISTENCIA (legenda)			
1					G-01	02/05/21	01/06/21	30	01/06/21	103.02	14.9	5.3	
2					G-02	02/05/21	01/06/21	30	01/06/21	99.99	15.2	5.4	
3			1		G-03	02/05/21	01/06/21	30	01/06/21	104.03	14.4	5.1	
4					G-04	02/05/21	01/06/21	30	01/06/21	97.02	15.3	5.5	
5					G-05	02/05/21	01/06/21	30	01/06/21	100.98	15.5	5.5	
6					G-06	02/05/21	01/06/21	30	01/06/21	101.00	15.4	5.5	
7					G-07	03/05/21	02/06/21	30	02/06/21	103.02	15.0	5.3	
8					G-08	03/05/21	02/06/21	30	02/06/21	99.99	15.1	5.4	
9			2		G-09	03/05/21	02/06/21	30	02/06/21	104.03	14.7	5.3	
10					G-10	03/05/21	02/06/21	30	02/06/21	97.02	15.7	5.6	
11					G-11	03/05/21	02/06/21	30	02/06/21	100.98	15.9	5.7	
12					G-12	03/05/21	02/06/21	30	02/06/21	101.00	15.6	5.6	
13					G-13	04/05/21	03/06/21	30	03/06/21	103.02	14.9	5.3	
14					G-14	04/05/21	03/06/21	30	03/06/21	99.99	14.7	5.3	
15					G-15	04/05/21	03/06/21	30	03/06/21	104.03	14.5	5.2	
16					G-16	04/05/21	03/06/21	30	03/06/21	97.02	15.4	5.5	
17					G-17	04/05/21	03/06/21	30	03/06/21	100.98	15.5	5.5	
18					G-18	04/05/21	03/06/21	30	03/06/21	101.00	15.6	5.6	



INGEÓANDES E.I.R.L.
Geotecnia
 Ing. Etan...
 ESPECIALISTAS EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP N° 143305

OBSERVACIONES:

Resultados Ensayo de Resistencia a la Compresión (10% de cemento)



INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION

ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DEL CONCRETO

PROYECTO : INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERONIMO - CUSCO EN EL AÑO 2021
 SOLICITA : BACHILLER ELVIS VARGAS SAIPE
 ADOBE : 10% DE CEMENTO

HECHO POR: A.A.Y.O
 REVISADO POR: M.B.E.

FECHA : 09-06-2021

Item	UBICACION		GRUPO	DATOS DE MUESTRAS ENSAYADAS						RESISTENCIA (%)	OBSERVACIONES		
	ESTRUCTURA			SERIE	Fecha de Vertido	Fecha de Rotura (Programada)	Edad (dias)	Fecha de Rotura (Ejecutada)	Area (cm ²)			RESISTENCIA (kg/cm ²)	
19	CUBOS DE ADOBE 10% CEMENTO		4	N°	G-19	05/05/21	04/06/21	30	04/06/21	103.02	15.0	5.3	
20				G-20	05/05/21	04/06/21	30	04/06/21	96.99	14.9	5.3		
21				G-21	05/05/21	04/06/21	30	04/06/21	104.03	14.4	5.1		
22				G-22	05/05/21	04/06/21	30	04/06/21	97.02	15.4	5.5		
23				G-23	05/05/21	04/06/21	30	04/06/21	100.88	15.5	5.5		
24				G-24	05/05/21	04/06/21	30	04/06/21	101.00	15.4	5.5		
25	CUBOS DE ADOBE 10% CEMENTO		5	G-25	06/05/21	05/06/21	30	05/06/21	103.02	15.0	5.4		
26				G-26	06/05/21	05/06/21	30	05/06/21	99.99	14.6	5.2		
27				G-27	06/05/21	05/06/21	30	05/06/21	104.03	14.4	5.2		
28				G-28	06/05/21	05/06/21	30	05/06/21	97.02	15.4	5.5		
29				G-29	06/05/21	05/06/21	30	05/06/21	100.88	15.4	5.5		
30				G-30	06/05/21	05/06/21	30	05/06/21	101.00	15.3	5.5		
13													
14													
15													
16													
17													
18													



INGEANDRES E.I.R.L.
Ing. Elard Mendoza Bejar
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES

CUMPLE
NO CUMPLE

OBSERVACIONES:

Resultados Ensayo de Resistencia a la Compresión (16% de cemento)

Item		UBICACION		SERIE	Fecha de Votado	Fecha de Rotura (Programada)	Edad (dias)	Fecha de Rotura (Ejecutada)	PROBETA		RESISTENCIA(%)	OBSERVACIONES
		ESTRUCTURA	GRUPO						Area (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)		
1				G-01	02/05/21	01/06/21	30	01/06/21	103.02	20.5	7.3	
2				G-02	02/05/21	01/06/21	30	01/06/21	98.99	21.2	7.6	
3			1	G-03	02/05/21	01/06/21	30	01/06/21	104.03	20.9	7.5	
4				G-04	02/05/21	01/06/21	30	01/06/21	97.02	22.1	7.9	
5				G-05	02/05/21	01/06/21	30	01/06/21	100.88	23.6	8.4	
6				G-06	02/05/21	01/06/21	30	01/06/21	101.00	21.3	7.6	
7				G-07	03/05/21	02/06/21	30	02/06/21	103.02	21.5	7.7	
8				G-08	03/05/21	02/06/21	30	02/06/21	98.99	21.4	7.6	
9				G-09	03/05/21	02/06/21	30	02/06/21	104.03	21.0	7.5	
10			2	G-10	03/05/21	02/06/21	30	02/06/21	97.02	22.2	7.9	
11				G-11	03/05/21	02/06/21	30	02/06/21	100.88	23.1	8.3	
12				G-12	03/05/21	02/06/21	30	02/06/21	101.00	21.3	7.8	
13				G-13	04/05/21	03/06/21	30	03/06/21	103.02	21.5	7.9	
14				G-14	04/05/21	03/06/21	30	03/06/21	98.99	21.5	7.7	
15				G-15	04/05/21	03/06/21	30	03/06/21	104.03	21.6	7.7	
16				G-16	04/05/21	03/06/21	30	03/06/21	97.02	22.2	7.9	
17				G-17	04/05/21	03/06/21	30	03/06/21	100.88	22.4	8.0	
18				G-18	04/05/21	03/06/21	30	03/06/21	101.00	22.1	7.9	



INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION
 ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS
 CIP N° 143328

PROYECTO: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERONIMO - CUSCO EN EL AÑO 2021
 SOLICITA: BACHILLER ELVIS VARGAS SAIRE
 ADOBE : 16% DE CEMENTO
 FECHA : 09-06-2021
 HECHO POR: A.A.Y.O
 REVISADO POR: M.B.E.

RESISTENCIA (%)

RESISTENCIA (kg/cm²)

AREA (cm²)

FECHA DE ROTURA (EJECUTADA)

FECHA DE ROTURA (PROGRAMADA)

EDAD (DIAS)

OBSERVACIONES

GRUPO

ESTRUCTURA

UBICACION

SUMINISTRO Y COLOCACION

REGISTRO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DEL CONCRETO

INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION

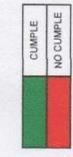
ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

CUMPLE

NO CUMPLE

Resultados Ensayo de Resistencia a la Compresión (16% de cemento)

Item		UBICACION		SERIE		FECHA DE VUELADO		FECHA DE ROTURA (PROGRAMADA)		FECHA DE ROTURA (EJECUTADA)		PROBETA		RESISTENCIA (%)		OBSERVACIONES	
		ESTRUCTURA		N°								Area (cm ²)		RESISTENCIA (kg/cm ²)			
19				G-19		05/05/21		04/06/21		04/06/21		103.02		20.5			
20				G-20		05/05/21		04/06/21		04/06/21		99.99		22.4		8.0	
21				G-21		05/05/21		04/06/21		04/06/21		104.03		21.2		7.6	
22				G-22		05/05/21		04/06/21		04/06/21		97.02		22.4		8.0	
23				G-23		05/05/21		04/06/21		04/06/21		100.88		22.3		8.0	
24				G-24		05/05/21		04/06/21		04/06/21		101.00		21.8		7.7	
25				G-25		06/05/21		05/06/21		05/06/21		103.02		21.0		7.5	
26				G-26		06/05/21		05/06/21		05/06/21		99.99		21.5		7.7	
27				G-27		06/05/21		05/06/21		05/06/21		104.03		20.9		7.5	
28				G-28		06/05/21		05/06/21		05/06/21		97.02		22.6		8.1	
29				G-29		06/05/21		05/06/21		05/06/21		100.88		22.2		7.9	
30				G-30		06/05/21		05/06/21		05/06/21		101.00		22.1		7.9	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	



INCEANDES E.I.R.L.
 Ing. Elard Merinoza Belar
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDAMENTOS
 C.R.P. 143388

OBSERVACIONES:

INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION
ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS
REGISTRO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DEL CONCRETO

PROYECTO: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERONIMO - CURSO EN EL AÑO 2021
 SOLICITA: BACHILLER ELVIS VARGAS SAIRE
 ADOBE : 16% DE CEMENTO

FECHA : 09-06-2021

HECHO POR: A.A.Y.O
 REVISADO POR: M.B.E.

Resultados Ensayo de Resistencia a la Erosión por Goteo



INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION
ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

PRUEBA : Ensayo de Erosión Acelerada de Swinburne (SAET)
NOMBRE DE LA TESIS : Influencia del Cemento Portland Tipo IP en las Propiedades del Adobe Comprimido Artesanalmente en San Jerónimo – Cusco en el Año 2021.
NOMBRE DE TESISISTA : Bachiller Elvis Vargas Saire.
UBICACIÓN : San Jerónimo – Cusco

a) Procesamiento o cálculo de la prueba

Se realizó el ensayo de erosión acelerada Swinburne (SAET) en laboratorio, por lo que, para procesar los datos, se tiene en cuenta las siguientes consideraciones.

Se mide el nivel de oquedad producido por el goteo a cada unidad de adobe, posterior a ello se procede a contrastar con la tabla, y se contrasta el criterio de aceptación o rechazo.

Tabla 1: Resistencia a la Erosión. Criterios de aceptación o rechazo.

PROPIEDAD	CRITERIO	RESULTADOS
D (profundidad de la oquedad expresada en mm)	$0 \leq D \leq 10$	Bloque apto
	$D > 10$	Bloque no apto

UNE 4141:2008

b) Resultados

- Cálculo de valores – Erosión Acelerada Swinburne – Adobe comprimido artesanalmente sin cemento (0% cemento)

TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERONIMO - CUSCO EN EL AÑO 2021 Ensayo de Laboratorio a las Unidades de Adobe Comprimido: Erosión Acelerada Swinburne (SAET)				
Norma UNE 41410, España				
Lugar: Laboratorio de Suelos				
Responsable: Elvis Vargas Saire			Fecha: 01/06/2021	
Adobe Comprimido Artesanalmente sin Cemento				Día N° 30
Unidad de Adobe N°	Tiempo	Oquedad Máxima	Oquedad	Criterio de Aceptación o Rechazo Observaciones
	Min	mm	mm	
1	10	10.00	5.00	APTO
2	10	10.00	6.00	APTO
3	10	10.00	6.00	APTO
4	10	10.00	5.00	APTO

OFICINA - UVIMA - II LOTE B-17 SAN SEBASTIAN-CUSCO
 RPC: 984273509
 EMAIL: ingeoandes@gmail.com

INGEOANDES E.I.R.L.

 Ing. Elard Mendoza Bejar
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP 145306

Resultados Ensayo de Resistencia a la Erosión por Goteo



INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION
ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

- Cálculo de valores – Erosión Acelerada Swinburne – Adobe comprimido artesanalmente con 4% de cemento

TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERONIMO - CUSCO EN EL AÑO 2021 Ensayo de Laboratorio a las Unidades de Adobe Comprimido: Erosión Acelerada Swinburne (SAET)				
Norma UNE 41410, España				
Lugar: Laboratorio de Suelos				
Responsable: Elvis Vargas Saire			Fecha: 01/06/2021	
Adobe Comprimido Artesanalmente con 4% de Cemento				Día N° 30
Unidad de Adobe N°	Tiempo	Oquedad Máxima	Oquedad	Criterio de Aceptación o Rechazo Observaciones
	Min	mm	mm	
1	10	10.00	1.00	APTO
2	10	10.00	0.00	APTO
3	10	10.00	1.00	APTO
4	10	10.00	0.00	APTO

- Cálculo de valores – Erosión Acelerada Swinburne – Adobe comprimido artesanalmente con 10% de cemento

TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERONIMO - CUSCO EN EL AÑO 2021 Ensayo de Laboratorio a las Unidades de Adobe Comprimido: Erosión Acelerada Swinburne (SAET)				
Norma UNE 41410, España				
Lugar: Laboratorio de Suelos				
Responsable: Elvis Vargas Saire			Fecha: 01/06/2021	
Adobe Comprimido Artesanalmente con 4% de Cemento				Día N° 30
Unidad de Adobe N°	Tiempo	Oquedad Máxima	Oquedad	Criterio de Aceptación o Rechazo Observaciones
	Min	mm	mm	
1	10	10.00	0.00	APTO
2	10	10.00	0.00	APTO
3	10	10.00	0.00	APTO
4	10	10.00	0.00	APTO

2 OFICINA.- UVIMA - II LOTE B-17 SAN SEBASTIAN-CUSCO
RPC: 984273509
EMAIL: ingeoandes@gmail.com

INGEOANDES E.I.R.L.
Elard Meridaza
Ing. Elard Meridaza Bejar
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 145395

Resultados Ensayo de Resistencia a la Erosión por Goteo



INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION
ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

- Cálculo de valores – Erosión Acelerada Swinburne – Adobe comprimido artesanalmente con 16% de cemento

TESIS: INFLUENCIA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP EN LAS PROPIEDADES DEL ADOBE COMPRIMIDO ARTESANALMENTE EN SAN JERONIMO - CUSCO EN EL AÑO 2021				
Ensayo de Laboratorio a las Unidades de Adobe Comprimido: Erosión Acelerada Swinburne (SAET)				
Norma UNE 41410, España				
Lugar: Laboratorio de Suelos				
Responsable: Elvis Vargas Saire			Fecha: 01/06/2021	
Adobe Comprimido Artesanalmente con 16% de Cemento			Día N° 30	
Unidad de Adobe N°	Tiempo	Oquedad Máxima	Oquedad	Criterio de Aceptación o Rechazo Observaciones
	Min	mm	mm	
1	10	10.00	0.00	APTO
2	10	10.00	0.00	APTO
3	10	10.00	0.00	APTO
4	10	10.00	0.00	APTO

3 OFICINA - UVIMA - II LOTE B-17 SAN SEBASTIAN-CUSCO
RPC: 984273509
EMAIL: ingeoandes@gmail.com

INGEO ANDES E.I.R.L.
Elard Mendoza
Ing. Elard Mendoza Bejar
ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
CIP N° 143368

Certificado de Calibración del equipo de medición de comprensión



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LF-009-2021

Laboratorio de Fuerza Pág. 1 de 2

Expediente	20165	
Solicitante	INGEO ANDES E.I.R.L	
Dirección	LOTE. B-17 OTR. ASOCIACION UBIMA 2 (PDRA HORACIO ZEVALLOS VIA EVIT C3P VERDE) CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN	
Instrumento de Medición	Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
	Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión	
Equipo Calibrado	PRENSA DE CONCRETO	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.
Marca (o Fabricante)	PYS EQUIPOS EIRL	
Modelo	STYE – 2000	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.
Número de Serie	131122	
Procedencia	CHINA	Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.
Indicador de Lectura	DIGITAL	
Alcance de Indicación	0 Kgf a 2000 Kgf	
Resolución	0,1 Kgf	
Marca (o Fabricante)	ZHEJIANG GEOTECHNICAL INSTRUMENTS MANUFACTURING CO. LTD.	
Modelo	LM -02	
Número de Serie	NO INDICA	
Transductor de Fuerza	NO INDICA	
Marca (o Fabricante)	NO INDICA	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	
Código	NO INDICA	
Ubic. Del Instrumento	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	
Lugar de Calibración	URB. SAN JUDAS GRANDE, B10, WANCHAQ	
Fecha de Calibración	2021-01-13	

Sello Fecha de emisión Jefe del laboratorio de calibración



2021-01-18

CEM INDUSTRIAL

Jesús Quinto C.
JESUS QUINTO C.
 JEFE DE LABORATORIO

Centro Especializado en Metrología Industrial
 Mz. A, Lote 18; Urb. El Pacifico II Etapa, S.M.P. - Lima
 • Telf.: 6717346 • CEL: 958009776 / 958009777
 • ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com

Certificado de Calibración del equipo de medición de comprensión



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LF-009-2021

Laboratorio de Fuerza

Pág. 2 de 2

Método de Calibración

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376 , Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

Trazabilidad

Se utilizó patrón calibrado con trazabilidad al SI, calibrado por la Universidad Católica del Perú Con Certificado N° INF-LE-N° 189-19

Resultados de medición

Lectura de la máquina (Fi)		Lectura del patrón			Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre
		Primera	Segunda	Tercera		Exactitud	Repetibilidad	
%	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	q(%)	b(%)	U(%)
10	100	99,9	100,2	99,9	100,0	0,0	0,3	1,5
20	200	201,1	201,5	201,1	201,2	-0,6	0,2	0,8
30	300	301,2	301,6	301,2	301,3	-0,4	0,1	0,5
40	400	401,5	402,3	401,5	401,8	-0,4	0,2	0,5
50	500	502,3	503,4	502,3	502,7	-0,5	0,2	0,4
60	600	603,4	604,1	603,4	603,6	-0,6	0,1	0,3
70	700	703,6	704,5	703,6	703,9	-0,6	0,1	0,3
80	800	804,6	805,7	804,6	805,0	-0,6	0,1	0,3
90	1000	1005,2	1006,3	1005,2	1005,6	-0,6	0,1	0,3
100	1200	1206,3	1207,7	1206,3	1206,8	-0,6	0,1	0,3
Lectura máquina en cero		0	0	0	----	0	0	Error máx. de cero(0)=0,00

Temperatura promedio durante los ensayos 22.2 °C; Variación de temperatura en cada ensayo < 2 °C.

Evaluación de los resultados

Los errores encontrados entre el 10% y el 100% del rango nominal considerado no superan los valores máximos permitidos establecidos en la norma ISO 7500-1.

Observaciones

- . Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- . La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2.



Fin del documento.

Centro Especializado en Metrología Industrial
 Mz. A, Lote 18; Urb. El Pacifico II Etapa, S.M.P. - Lima
 • Telf.: 6717346 • CEL: 958009776 / 958009777
 • ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com