

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
ESCUELA DE POSGRADO
Programa de Doctorado en Ingeniería Civil



UNS
ESCUELA DE
POSGRADO

**Evaluación de las propiedades fisico-mecánicas del adobe
adicionando mucilago de cactus (*Opuntia spp.*),
Huaura, Lima, 2022**

**Tesis para optar el grado académico de
Doctor en Ingeniería Civil**

Autor:

Mg. De La Cruz Vega, Sleyther Arturo

Asesor:

Dr. Flores Reyes, Gumercindo
Código ORCID: 0000-0002-2305-7339
DNI. N° 10281891

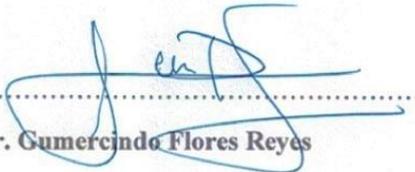
Linea de Investigación
Nuevos materiales para la construcción

Nuevo Chimbote - PERÚ
2023



CONSTANCIA DE ASESOR DE TESIS

Yo, **Dr. Gumercindo Flores Reyes**, mediante la presente certifico el asesoramiento de la Tesis: Doctorado en Ingeniería Civil titulado: "**Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del adobe adicionando mucilago de cactus (Opuntia spp.), Huaura, Lima, 2022**", elaborado por el **Mg. De La Cruz Vega, Sleyther Arturo**, para obtener el grado académico de **Doctor en Ingeniería Civil** en la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Santa.


Dr. Gumercindo Flores Reyes

ASESOR

CODIGO ORCID: 0000-0002-2305-7339

DNI N° 10281891



UNS
ESCUELA DE
POSGRADO

CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR

**“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DEL ADOBE
ADICIONANDO MUCILAGO DE CACTUS (*Opuntia spp.*), HUAURA, LIMA, 2022”**

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR EN INGENIERÍA CIVIL

Revisado y Aprobado por el Jurado Evaluador:

Dr. Abner Itamar León Bobadilla

PRESIDENTE

CODIGO ORCID: 0000-0003-2949-6591

DNI N° 32942184

Dr. Atilo Rubén López Carranza

SECRETARIO

CODIGO ORCID: 0000-0002-3631-2001

DNI N° 32965940

Dr. Gumercindo Flores Reyes

VOCAL

CODIGO ORCID: 0000-0002-2305-7339

DNI 10281891



UNS
ESCUELA DE
POSGRADO

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

A los veinte días del mes de julio del año 2023, siendo las 11:00 horas, en el aula multimedia N° 01 de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Santa, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador conformado por los docentes: Dr. Abner Itamar León Bobadilla (Presidente), Dr. Atilio Rubén López Carranza (Secretario) y el Dr. Gumercindo Flores Reyes (Vocal), designados mediante Resolución Directoral N° 130-2023-EPGUNS de fecha 08 de junio 2023, con la finalidad de evaluar la tesis titulada: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE ADICIONANDO MUCILAGO DE CACTUS (*Opuntia spp.*) HUAURA, LIMA, 2022**; presentado por el tesista Sleyther Arturo De La Cruz Vega, egresado del programa de Doctorado en Ingeniería Civil.

Sustentación autorizada mediante Resolución Directoral N° 159-2023-EPG-UNS de fecha 12 de julio de 2023.

El presidente del jurado autorizó el inicio del acto académico; producido y concluido el acto de sustentación de tesis, los miembros del jurado procedieron a la evaluación respectiva, haciendo una serie de preguntas y recomendaciones al tesista, quien dio respuestas a las interrogantes y observaciones.

El jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, declara la sustentación como: APROBADO asignándole la calificación de: DIECISIETE.

Siendo las 12:00 horas del mismo día se da por finalizado el acto académico, firmando la presente acta en señal de conformidad.


Dr. Abner Itamar León Bobadilla
Presidente


Dr. Atilio Rubén López Carranza
Secretario


Dr. Gumercindo Flores Reyes
Vocal

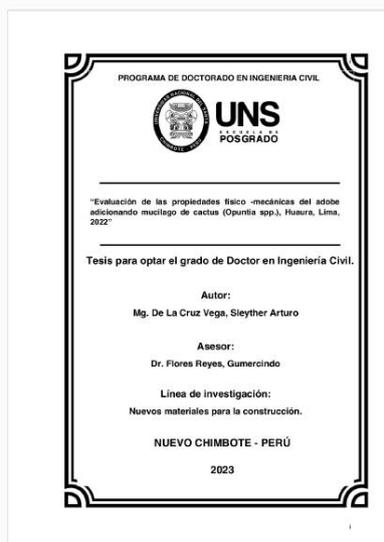


Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Sleyther Arturo De La Cruz Vega
Título del ejercicio: REVISION ANTIPLAGIO A6
Título de la entrega: TESIS DOCTORAL
Nombre del archivo: ORME_DE_TESIS_ADOBES_MUSCILAGO_DE_CACTUS_02-08-23...
Tamaño del archivo: 12.29M
Total páginas: 81
Total de palabras: 9,216
Total de caracteres: 48,289
Fecha de entrega: 22-ago.-2023 02:58p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega... 2149588152



TESIS DOCTORAL

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

14%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	3%
4	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	3%
5	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to unap Trabajo del estudiante	1%
7	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	repositorio.cultura.gob.pe Fuente de Internet	<1%

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada Dios
por darme la vida y nunca
abandonarme en los momentos
más difíciles.

A mi madre por su esfuerzo constante
y su apoyo incondicional en mi
formación profesional.

A Ccori Siello mi compañera de vida
por su apoyo y motivación
constante y por su paciencia a mi lado.

Agradecimiento

Quiero agradecer a mis docentes de pregrado y posgrado que me formaron como un excelente profesional

Quiero agradecer al Ing. Gumercindo Flores Reyes por su apoyo y paciencia en el desarrollo de esta tesis

Índice general

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	vii
Índice de Tablas	x
Índice de figuras	xi
Índice de ecuaciones	xii
Índice de anexos	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	16
I.- PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	17
1.1. Planteamiento y fundamentación del problema de investigación	17
1.2. Antecedentes de la investigación	18
1.3. Formulación del problema de investigación	21
1.4. Delimitación del estudio	21
1.5. Justificación e importancia de la investigación	22
1.6. Objetivos de la investigación:	23
II.- MARCO TEORICO	25
2.1. Fundamentos teóricos de la investigación	25
2.2. Marco conceptual	32
III.- MARCO METODOLOGICO	33
3.1. Hipótesis central de la investigación	33
3.2. Variables e indicadores de la investigación	33
3.3. Métodos de la investigación	34
3.4. Diseño o esquema de la investigación	34
3.5. Población y muestra	35

3.6. Actividades del proceso investigativo	36
3.7. Técnicas e instrumentos de la investigación	36
3.8. Procedimiento para la recolección de datos	37
3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de los datos.	39
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
VI.- REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA Y VIRTUAL	59
VI.- ANEXOS	62

Índice de tablas

Tabla 1. Composición química elemental del mucilago de Cactus	40
Tabla 2. Composición química expresada en óxidos del mucílago de Cactus	40
Tabla 3. Determinación de la viscosidad del mucílago en estado líquido	41
Tabla 4. Determinación de la densidad del mucílago de Cactus	42
Tabla 5. Determinación del PH del Mucilago	43
Tabla 6. Determinación del límite líquido	44
Tabla 7. Determinación del límite plástico e índice de plasticidad	44
Tabla 8. Dosificación para obtener el mucilago de cactus	46
Tabla 9. Dosificación del adobe con mucilago de cactus.....	46
Tabla 10. Resistencia a la compresión del adobe.....	47
Tabla 11. Análisis estadístico resistencia a la compresión	47
Tabla 12. Resumen de modelo y estimaciones de parámetro	48
Tabla 13. Resistencia a compresión pilas.....	50
Tabla 14. Análisis estadístico resistencia a la compresión de pilas.....	50
Tabla 15. Resumen de modelo y estimaciones de parámetro	51
Tabla 16. Ubicación bioclimática del lugar	53
Tabla 17. Características bioclimáticas.....	53
Tabla 18. Control de temperatura con Termohigrómetro	54

Índice de figuras

Figura 1. Límites geométricos de muros y vanos.....	29
Figura 2. Mucílago de Cactus en viscosímetro digital.....	41
Figura 3. Mucílago de cactus en fiola de 25 ml.....	42
Figura 4. Muestra de mucílago en medidor de PH.....	43
Figura 5. Muestra de arcilla en copa de Casagrande	44
Figura 6. Recta de límite líquido de arcilla	45
Figura 7. diagrama de Holtz y Kovacs	45
Figura 8. Regresión lineal resistencia a la compresión.....	48
Figura 9. Equipo y resultado de resistencia la compresión.....	49
Figura 10. Comparación del ensayo de resistencia a la compresión.....	49
Figura 11. Regresión lineal resistencia a la compresión.....	51
Figura 12. Investigador utilizando equipo de compresión	52
Figura 13. Resistencia a la compresión pilas.....	52
Figura 14. Variación de la temperatura.....	55

Índice de ecuaciones

Ecuación 1. Resistencia a la compresión.....	25
Ecuación 2. Resistencia a pilas.....	26

Índice de anexos

Anexo 1. Análisis de composición química del mucílago de cactus.....	56
Anexo 2. Determinación de viscosidad del mucílago.....	59
Anexo 3. Determinación de densidad del mucílago.....	60
Anexo 4. Determinación de PH.....	61
Anexo 5. Límites de Atterberg.....	62
Anexo 6. Resistencia a la compresión del adobe.....	63
Anexo 7. Resistencia a la compresión de las pilas.....	64
Anexo 8. Procesamiento estadístico en SPSS.....	65
Anexo 9. Juicio de expertos.....	66
Anexo 10. Matriz de consistencia.....	70
Anexo 11. Panel de fotos.....	71

RESUMEN

Esta investigación plasmó como su principal objetivo determinar las propiedades físico-mecánicas del adobe adicionando mucilago de cactus (*Opuntia spp.*), Huaura, Lima ,2022. La metodología es básica, experimental, de corte transversa y cuantitativa. La población son todos adobes que se pueden elaborar en el distrito de Huaura, Lima. La muestra es 24 de adobes de los cuales 6 son adobes patrones y 18 son adobes experimentales a distintas proporciones de mucilago de cactus. La técnica empleada fue la observación y la ficha de observación. Los principales resultados muestran que el diseño de adobe 75%H₂O + 25%MC obtiene de 18.50 kg/cm², superando al diseño de adobe de 100% H₂O que llegó a una resistencia de de 17.20 kg/cm².El diseño de pilas de adobe 75%H₂O + 25%MC obtiene una resistencia de 19.14 kg/cm², superando al diseño de adobe de 100% H₂O que obtuvo una resistencia de de 17.22 kg/cm². La temperatura mejoró en el horario mas frio desde 18.20 °C a 23.60° C a la 1:00 am.

Palabras clave: suelo, adobes, mejoramiento, cactus.

ABSTRACT

This research reflected as its main objective to determine the physical-mechanical properties of adobe by adding cactus mucilage (*Opuntia* spp.), Huaura, Lima, 2022. The methodology is basic, experimental, cross-sectional and quantitative. The population are all adobes that can be made in the district of Huaura, Lima. The sample is 24 adobes, of which 6 are standard adobes and 18 are experimental adobes with different proportions of cactus mucilage. The technique used was observation and observation sheet. The main results show that adobe with added cactus mucilage (*Opuntia* spp.) increases compressive strength and increases thermal conductivity.

Keywords: soil, adobes, improvement, cactus.

INTRODUCCIÓN

En el capítulo I se muestra se muestra la realidad problemática del adobe y el su problema, se registran sus principales antecedentes, delimitación el tiempo y lugar, se indica los principales aspectos importantes y se delimita su objetivo.

En el capítulo II se muestra los fundamentos a nivel técnico y las principales bases de la teoría tales como los tipos de suelos, características, normas de los adobes, principales ensayos como resistencia a la compresión, resistencia en pilas.

En el capítulo III se estructuran sus hipótesis, se establecen las variables a medir, sus métodos investigativos, se enfoca en su población y muestra, se procesa con las técnicas e instrumentos de la investigación.

En el capítulo IV se describen los principales resultados tales como que la viscosidad del mucilago es de 4.61, el límite líquido es de 20.90 %, su límite plástico es de 16.7%, la clasificación de arcilla es un tipo Clorita, para elaborar el adobe se requiere paja, agua, mucilago de cactus y arcilla.

En el capítulo V se presentan las conclusiones que el adobe con adición de mucilago de cactus de 50%H₂O + 50%MC que llevo al resultado de 17.22 kg/cm² superior al 100% H₂O que obtuvo una resistencia de 15.13 kg/cm²

I.- PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento y fundamentación del problema de investigación

El edificio de adobe más antiguo de Estados Unidos ha sido hallado bajo la arena en un desolado e inhóspito enclave desértico de la costa norte de Perú, donde un equipo de arqueólogos ha encontrado sus muros originales, que tienen entre 5.100 y 5.500 años. (Gimeno, 2021)

La ciudad de Caral fue construida con adobe por los antiguos peruanos hace 5000 años y se cree que es la estructura de adobe más antigua de América. (ContentLab, 2019)

El adobe fue el material de construcción elegido por algunas de las civilizaciones que dominaron la antigua costa del Perú y perfeccionaron la técnica, como los Chimú y su capital, Chanchan o Mochica, las cuales permanece abierta a visitantes (Gestion.pe, 2021)

En las zonas rurales, el suelo presente es un material disponible para la elaboración de adobes y es una tradición el uso, debido a esto el gran porcentaje de viviendas son de este tipo. Las viviendas con uso de adobe se dividen en dos categorías: viviendas para uso común y viviendas en zonas urbanas. (Salinas, 2017)

El 47,1% (3,688,452) viviendas del Perú tienen predominancia de muros externos elaborados con quincha, esteras, adobes, piedra y barro, madera, teniendo una alta vulnerabilidad frente a eventos sísmicos, según el INEI. (comercio, 2021)

En la búsqueda de la reducción de las vulnerabilidades sísmica en edificaciones de adobe, organizaciones como CARE Perú, PUCP, FORSUR y SENCICO establecieron programas masivos para motivar la reconstrucción de viviendas adicionando de geomallas sintéticas (...). Pero el refuerzo conlleva a realizar un presupuesto que muchas personas no cuentan.

La construcción utilizando adobe sin uso de refuerzo presentan vulnerabilidad debido a la masa predominante, deficiencias en sus uniones y la poca continuidad de los muros; agravando la situación de viviendas con adobe de dos pisos, debido al incremento poblacional en las zonas rurales de todo el Perú. (Huanca, 2020)

1.2. Antecedentes de la investigación

Nobrega y Melo (2021) en su artículo en inglés tuvo el objetivo determinar una película que pueda proteger el efecto del agua producto de la lluvia, pero que sea permeable al vapor de agua. Los resultados muestran que los ensayos realizados con especímenes cúbicos, extraídos de CEBs, permitieron comparar el tratamiento propuesto (TX), utilizando diferentes concentraciones de mucílago, y una resina impermeabilizante acrílica (TR) comercial, utilizando como control muestras sin ningún tratamiento superficial (TC). Los resultados de las pruebas de absorción en su capilaridad muestra que la dosificación de (TX) 1:1 refleja similitud con la muestra (TR), debido a que en una hora de ensayo, (TR), (TX1:1) y (TC) incrementaron su masa en (0,3 ; 0,5; 1,4)g/cm². Su permeabilidad para (TX1:1 aumento en 5 % frente a (TR) y 6 % debajo de TC. Posterior a los ensayos de calor y choque térmico la muestra (TX1:1) se comportaron satisfactoriamente.

Huerta (2020) en su investigación tuvo el objetivo de obtener como influye el extracto del mucílago del cactus en las propiedades como compresión y

consistencia. Llego a la conclusión que este aditivo mejora las propiedades como la consistencia , frente a las unidades sin uso de aditivos . Lo comprueba como la prueba T-student , que indica la influencia en su consistencia utilizando aditivos entre 0.25, 0.50, 0.75 y 1.0% ($p = 0.00$). Teniendo consistencia seca utilizando datos de revenimiento (máx. 1.80 cm; mín. 0.5 cm.), frente a las proporción de 0,50; 0,75 y 1,0%, cuando brinda mejores influencias.

Ramirez y Diaz (2021) en su investigación llego a la conclusion de que la adición de betún al 6% mejora el proceso de fabricación de adobe las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional a medida que lo mejora aumento del 22 % en la resistencia a la compresión y aumento de la resistencia a la flexión 5,6 %, 29 % menos de absorción de agua, durabilidad mejorada. Agregar 6% de asfalto al adobe normal mejora las características del adobe, tal como se manifiesta cuando se expone a una saturación prolongada de agua en valores de desgaste del 1,10% en comparación con los valores obtenidos con Adobe tradicional 6,22%, 17,68% menos que el Adobe tradicional.

Nieto y Tello (2019) en su investigación con el propósito de obtener análisis de materiales más idóneos para la obtención de su mezcla utilizando pruebas preliminares y físicas en el suelo y viscosidad y densidad para su mucílago de tuna. Llegando a las conclusiones que el material óptimo para elaborar adobes son los suelos arcillosos con arena o grava (CL) cumpliendo con la norma de la N.T.E E.0.80 para adobes. El suelo que se utilizó en los ensayos refleja arcilla 27,2%, arena con 17,00 %, peso específico de 2729.39 kg/cm³, 32,626% de límite líquido, 12,86 % de índice plástico sin materiales orgánicos. El mucilago de penca de tuna aumenta la resistencia a compresión para adobes con 18% y 8,5% obteniendo 20,99%. Para dosificaciones de 18% y 20,5% llegó a valores de 25,20 kg/cm² y 23,30 kg/cm² respectivamente. Para la dosificación de 11,3% obtuvo una resistencia de 19,91 kg/cm².

Córdova (2020) en su investigación tuvo el propósito de obtener como influye la goma de penca de tuna en las características físicas mecánicas del suelo con agua. En el análisis de la influencia, se realizaron pruebas que permiten concluir que la adición de proporciones de 6%, 12% y 18% de goma de penca de tuna logra incrementar en 33.20 kg/cm², siendo un 53% de incremento, logra un 6.90 kg/cm² para la flexión, mejorando en 44% y un valor de 16.10% su absorción, incrementando en 59%. Concluyendo que este material mejora el comportamiento del barro.

Silva, Vásquez y Uría (2020) en su artículo científico llegó a la conclusión determinando que la muestra de los morteros estudiados estaba compuesta con material orgánico muy parecido al nopal, su arco de los sepulcros fue usado en su proceso de conservación del año 2007, mortero para los muros del sepulcro, combinación, jardín de la cruz, corredores del este, espacio libre del segundo piso. Su estudio espectral de los morteros antiguos y el mucilago cocido utilizado tienen similar, concluyendo que tienen misma composición química.

Benites (2017), en su tesis tuvo el propósito de realizar la evaluación del jugo de Cabuya. Tuvo una metodología de carácter aplicada y experimental. Llegó a la conclusión que la muestra base tiene resistencia de 25 kg/cm², reflejando que el extracto de cabuya no tiene resultados positivos en el ensayo de TR-5, para el ensayo de TR-10 obtuvo un incremento de 2.13%, generando mucho beneficio con respecto al presupuesto, evaluación la rotura de los ensayos de TR-5, TR-10 y TR-20 fueron superiores, obteniendo características que mejoran el adobe.

Llunitasig y Siza (2017), según su estudio su objetivo fue obtener las propiedades del adobe rustico adicionando sangre de ovino y estiércol, savia de penca de tuna y paja; para evaluar una vivienda común frente a eventos sísmicos. La metodología es cuantitativa, experimental y

aplicativo. Llego a la conclusión de que el adobe obtuvo una resistencia elevada en comparación con adobes normales llegando a la resistencia a compresión de 9.84 Kg/cm², también reflejo que la mezcla de tierra y agua adicionando sangre de toro y el estiércol, llegó a aumentar en 14.74%.

Antay y Mamani (2020) en su tesis llego a la conclusión de que la evaluación comparativa de propiedades físicas y mecánicas de unidades de indica que se presenta una disminución de la erosión acelerada hasta en un 10% al reemplazar la paja con fibras de polipropileno en comparación con las unidades tradicionales de adobe en el distrito de Saylla”

1.3. Formulación del problema de investigación

¿Cuál es la evaluación de las propiedades físico-mecánicas del adobe adicionando mucilago de cactus (*Opuntia spp.*), Huaura, Lima ,2022?

1.4. Delimitación del estudio

Delimitación geopolítica

Se realizó en el centro poblado Peñico, distrito de Huaura, departamento de Lima.

Delimitación temporal

La investigación se realizó en agosto del 2022 a marzo del 2023.

Delimitación social

La investigación involucró a las personas de una vivienda de Huaura, Lima.

1.5. Justificación e importancia de la investigación

Justificación social

La evaluación físico-mecánica permitirá beneficiar a los habitantes del distrito de Huaura. Este proyecto permitió brindar información sobre la arcilla utilizada y el mucílago de cactus a nivel de características. Asimismo, este proyecto se materializó en mejoras de la consistencia y resistencia de las unidades de adobe, haciendo que estas sean mucho más resistentes. Por otro lado, al mejorar la resistencia mejoró la capacidad de respuesta de las viviendas frente a los sismos, reduciendo la cantidad de muertes. Asimismo, esta tesis beneficiará a la comunidad, brindando una propuesta de adobe que pueda disminuir el frío en las viviendas de la sierra del Perú.

Justificación teórica.

Esta tesis utilizó información científica y técnica como libros, artículos científicos y tesis, permitiendo investigar de forma ética y eficiente. Mediante esta tesis se ampliarán el conocimiento y teóricas acerca del mucilago de cactus, su composición, viscosidad, densidad y características del adobe como límites de consistencia, resistencia a la compresión y variabilidad térmica.

Justificación Práctica

La investigación permitió obtener de forma más precisa las propiedades físicas mecánicas de un adobe adicionando mucilago de cactus, siendo una necesidad prioritaria para el desarrollo de dicho lugar. De esta manera se pueden aplicar conocimientos sobre suelos, resistencia de materiales y química. Asimismo, la construcción del módulo básico permitió conocer si el mucílago de cactus disminuye el frío dentro de las construcciones.

Aporte científico:

En el desarrollo de la investigación formuló nuevas definiciones y formas de análisis que servirán para fortalecer los conocimientos sobre estructuras y unidades de adobe. Tiene un gran aporte para la investigación por ser esta tesis se convierte en el pilar para el desarrollo de mejoras a los adobes que se emplean en grandes cantidades en todo el Perú. Tiene mucha importancia debido a que se conocerán las características del mucílago de Cactus un material de origen peruano, beneficiando a todas las ramas de la ingeniería.

1.6. Objetivos de la investigación:

Objetivo general

Determinar las propiedades físico-mecánicas del adobe adicionando mucilago de cactus (*Opuntia spp.*), Huaura, Lima ,2022.

Objetivos específicos

Determinar la caracterización de las propiedades del mucílago de cactus de Huaura, Lima ,2022.

Determinar variación de la plasticidad de la arcilla con adición de del mucílago de cactus de Huaura, Lima ,2022.

Determinar la dosificación del adobe adicionando mucilago de cactus (*Opuntia spp.*), Huaura, Lima ,2022.

Determinar la resistencia a la compresión del adobe y pilas adicionando mucilago de cactus (*Opuntia spp.*), Huaura, Lima ,2022.

Determinar el análisis térmico de un modelo con adobe de mucilago de cactus (*Opuntia spp.*), Huaura, Lima ,2022.

II.- MARCO TEORICO

2.1. Fundamentos teóricos de la investigación

Suelos:

Das (2015) Es un agregado compuesto de partículas minerales y elementos orgánicos descompuestos, conteniendo aire en la parte vacía de sus partículas y se usa como material para obras de ingeniería.

Es la capa exterior de la superficie terrestre que se encuentra activa biológicamente, que gracias al proceso de desintegración mecánica y química llego a tal resultado. (Villalaz, 2004)

Tipos de suelos:

Gravas:

El origen de este suelo inicia cuando las aguas se trasladan por la roca madre y desgastan sus aristas produciendo una superficie redondeada. También son agrupaciones de rocas en fragmentos, que según AASHTO poseen más de 2mm de diámetro y según SUCS tienen dimensiones superiores de 4.7 mm. Este material se encuentra de forma suelta en riberas de ríos, también se ubican en superficies rellenadas que tienen depresiones y permiten el acarreo natural de los ríos (Roldan, 2010)

Arenas:

En un material suelto compuesto por granos finos, que provienen del desgaste y trituración de rocas de forma natural, tienen un tamaño de partícula según AASHTO entre 2 mm y 0.05 mm y según SUCS diámetro de 4.75 mm a 0.075 mm

Las arenas al igual que el material gravoso tienen similar procedencia, siendo muy común ser encontrados como una mezcla. La arena que está presente en los ríos se compone por material arcilloso o gravoso. La arena posee la propiedad de no ser afectada por fisuras en su proceso de secado, la arena limpia no posee compresibilidad ni plasticidad a diferencia de la arcilla, incluso si se induce una carga en la superficie de la arena, esta se comprime en poco tiempo (Roldan, 2010)

Limos:

Son partículas con tamaño de su diámetro menores a 0.002 mm, que tiene la característica de tornarse de manera plástica cuando éste es disuelto en agua. El color de los limos es variado porque puede tener el color gris que puede llegar a ser muy oscuro como también puede encontrarse en gris claro. (Roldan, 2010)

Arcillas:

La arcilla se compone de silicatos de aluminio que proviene del proceso de descomposición de material rocoso. El tamaño de sus partículas es menor a 0.02 mm. Los tipos de arcillas son caolinita, Illita, Monmorillonita y la Halloysita. Tienen la capacidad de endurecerse cuando se exponen a temperaturas elevadas.

Adobe:

Es una unidad de tierra cruda, que se mezcla con porcentajes de arena gruesa y paja para lograr un incremento de su durabilidad y resistencia. (MVCS Norma E.080, 2006)

El adobe es conocido como ladrillo de tierra secado al sol, también como lodo conformado y ladrillos elaborado de lodo. La terminología adobe proviene del egipcio thobe (ladrillo) y del árabe ottob, que se convirtió en español en la palabra adobe y en francés denominado toub. El adobe,

quizás el material más antiguo producido en la construcción, deriva de varias palabras árabes que significan: mezclado o prensado sin rugosidad. (De La Peña, 1997)

Tipos de adobe:

Para su fabricación se utilizan moldes de diferentes formas, tamaños y materiales; La forma no tiene por qué ser rectangular, ya que dependiendo del lugar de fabricación puede tener diferentes formas: cónica, cilíndrica, trapezoidal, etc.

Requisitos de los materiales:

Según (MVCS Norma E.080, 2006) indica lo siguiente: Se deberá confirmar que el suelo contiene suficiente arcilla mediante las pruebas especificadas en los Anexos 1 y 2 de esta norma. Además, no contener cantidades nocivas de materia orgánica.

Prueba Cinta de barro:

Según (MVCS Norma E.080, 2006) indica lo siguiente:

Tenga en cuenta que la presencia de arcilla en el suelo se puede analizar mediante el ensayo cinta de barro (tiempo estimado 10 min). Use una muestra de arcilla ligeramente humedecida para formar un cilindro con un diámetro de 12 mm, colóquelo en una mano, aplánelo con el pulgar y el índice para formar una tira de 4 mm de espesor, que cuelgue tanto como sea posible. Si la longitud es de 20 a 25 cm el suelo es muy arcilloso. Si se corta 10 cm o menos, hay muy poca arcilla en el suelo.

Prueba Presencia de arcilla o Resistencia seca:

Según (MVCS Norma E.080, 2006) indica lo siguiente:

Se formarán cuatro bolas de tierra. Use tierra de un área que se considere adecuada para su uso como material de construcción y agregue una proporción mínima de agua para formar pequeñas bolitas en la mano sin

deformarlas. Las cuatro bolas se deben dejar secar durante 2 días, con cuidado de que no se mojen o mojen por la lluvia, derrames, etc. Después de que haya transcurrido el tiempo de secado, use el pulgar y el índice de una mano para presionar firmemente cada bola.

Prueba de Control de fisuras o Dosificación suelo - arena gruesa

Se prepararán muestras adobes con unión de mortero. El mortero debe contener un porcentaje mínimo de agua necesaria para mezclar. Se deben elaborar diferentes muestras, la solución aumentará la cantidad de arena gruesa en cada muestra y la cantidad de agua requerida, comenzando con una proporción suelo: arena gruesa de 1:0. Después de secar durante 48 h, las muestras se abrirán en el mismo orden para observar las fisuras que se generen.

Consideraciones para la construcción de edificaciones con tierra:

Según (MVCS Norma E.080, 2006) indica lo siguiente:

Las estructuras de tierra, no deberán ser ubicadas en áreas con alto riesgo, especialmente riesgos como inundaciones, avalanchas, mareas de lodo y deslizamientos de tierra. Este tipo de edificaciones deben asentarse sobre suelo duro a medio duro según E.050 Suelos y Cimentaciones. Está prohibido construir cimientos sobre suelos arenosos sueltos que puedan saturarse de agua (riesgo de licuefacción del suelo). El diseño estructural de las estructuras de tierra armada debe basarse en los siguientes criterios: estabilidad, resistencia y análisis sísmico.

Criterios de configuración de las edificaciones con tierra:

Según (MVCS Norma E.080, 2006) indica lo siguiente:

Muros anchos proporcionan mejor estabilidad y resistencia al vuelco. Su espesor mínimo de pared es de 0,40 m. Para muros se deben tener un espesor mínimo de 0,38 m.

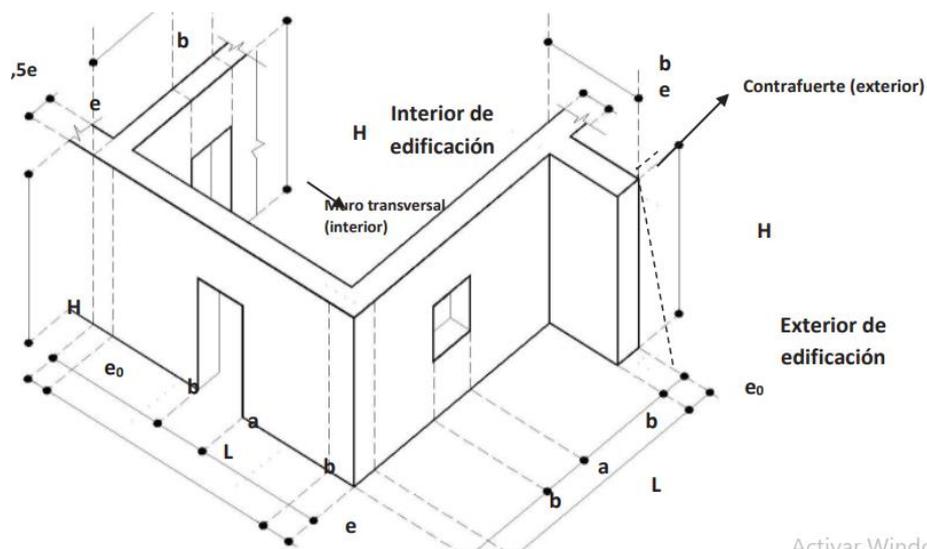
Se deben tener elementos horizontales (piso y techo) y verticales (muros de estribo o horizontales).

La densidad de los muros en sus ejes principales debe tener el mínimo valor especificado en la Tabla 2 - Factor de uso (U) y la densidad depende del tipo de edificio. Si es posible, todas las paredes deben ser de carga y diagonales.

El espesor (e), la densidad y la altura libre del muro (H), el espacio entre las riostras (L), el ancho de los agujeros (a), así como los materiales y la tecnología de montaje de las estructuras de hormigón. El refuerzo debe aplicarse de manera continua y uniforme. Las aberturas deben tener una escala y ubicación específicas. Se recomienda que sean pequeños y céntricos.

Figura 1

Límites geométricos de muros y vanos



Nota: (MVCS Norma E. 080)

Mucilago de Cactus:

El cactus es una familia de plantas que tienen la capacidad de almacenar grandes cantidades de agua en el cuerpo. La mayoría de los tipos de cactus tienen espinas para protegerse contra ciertos animales que pueden

comerlos en busca de agua. La mayoría de los cactus se encuentran en los desiertos estadounidenses y estadounidenses, aunque hay algunas variedades en otros desiertos del mundo

El cactus es un arbusto espinoso, trepador, recto que alcanza generalmente una altura de 3 a 5 m, muy ramificado, con raíces muy delgadas y hundidas, que a menudo se presenta en lugares secos, áridos, con poca o ninguna lluvia, tiene tronco grande, de 20 cm a 50 cm de diámetro. (Huerta Maza, 2020).

El tronco del cactus es la estructura principal de la planta. Principalmente sus tallos son gruesos y a menudo verdes porque son los encargados de la fotosíntesis ya que el resto de la planta no tiene hojas. (Gonzales, s.f.)

El mucílago es un hidrocoloide que posee la capacidad de producir redes estructurales, esta propiedad es de suma importancia en el desarrollo de una película o envoltura, esta goma se puede hallar en diferentes plantas (Salinas, Trejo y Lira, 2015, p. 194).

Ensayos de laboratorio:

Resistencia a la compresión:

La resistencia a la compresión es una prueba para determinar la máxima fuerza que puede soportar, para lo cual se limpia el ladrillo, se refrenda con azufre, para obtener una superficie lisa y se coloca en la máquina de compresión.

$$Fb = \frac{\text{Carga Maxima}}{\text{Area}} \dots\dots\dots(1)$$

Donde:

F b= Resistencia a la compresión

Resistencia de pilas

Los ensayos de laboratorio de esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia a la compresión de los muros se realizarán de acuerdo con el siguiente procedimiento:

$$Fb = \frac{0.4 \text{ Carga Maxima}}{\text{Ancho} \times \text{Largo}} \dots\dots\dots(2)$$

Donde:

F b= Resistencia a la compresión

P= Carga Máxima

A= Ancho del adobe

L= Largo del adobe

Huaura:

El distrito se encuentra en el norte Chico, Provincia del Huaura, departamento de Lima.

La principal actividad económica la agricultura, predominando los campos de cultivos para la fresa, maíz y caña de azúcar.

Posee con redes de agua potable y alcantarillado, energía eléctrica, servicio educativo primario.

Un gran porcentaje de las viviendas tienen adobe, siendo este un material muy común en la zona y de fácil utilización.

2.2. Marco conceptual

Absorción: La absorción de agua, está referida al porcentaje de agua que absorbe en un tiempo determinado.

Adobe: Una masa húmeda compactada que se puede mezclar con paja o arena gruesa para aumentar la resistencia y la durabilidad. (MVCS, 2006)

Dimensiones: Las dimensiones se miden en unidades métricas (m, cm, mm) y son importantes para determinar la longitud de un elemento.

Estudio de suelos: Tiene como objeto indagar el proceder de los suelos y sus respuestas ante las peticiones, para ello abarca el conjunto de inspecciones e investigaciones de campo, análisis de gabinete y ensayos de laboratorio (MTC, 2014).

Propiedades físico mecánicas: Es un grupo de características permiten que un material tenga comportamientos específicos frente a estímulos exteriores como la temperatura, luz, esfuerzos, etc. (Torres, s.f.)

Resistencia a la compresión: En una prueba que permite determinar la máxima fuerza que puede soportar un material.

III.- MARCO METODOLOGICO

3.1. Hipótesis central de la investigación

La evaluación de las propiedades físico-mecánicas del adobe adicionando mucilago de cactus (*Opuntia spp.*), Huaura, Lima ,2022 permitirá conocer el aumento de la resistencia de los adobes estudiados.

3.2. Variables e indicadores de la investigación

Definición conceptual

Propiedades físico mecánicas: Es un grupo de características permiten que un material tenga comportamientos específicos frente a estímulos exteriores como la temperatura, luz, esfuerzos, etc. (Torres, s.f.)

Adobe: Los adobes son unidades de tierra cruda. Se fabrican con un molde o a mano con la mezcla en estado plástico y se dejan secar al aire libre. (EARQUITECTURA, s.f.)

Definición operacional

Propiedades físico mecánicas: Son las características propias de los materiales tales como la resistencia a la compresión, la humedad y la absorción.

Adobe: Los adobes son unidades de construcción que están elaborados del material conocido como tierra y tiene forma definida.

Indicadores

Propiedades físico mecánicas: humedad, absorción, compresión,

Adobe: material del adobe, forma del adobe.

3.3. Métodos de la investigación

Según (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2003) fue de tipo básica, porque tiene un propósito de aplicación inmediata, busca ampliar y profundizar el flujo actual del conocimiento científico más cercano a la realidad.

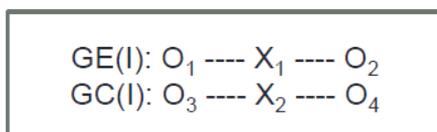
El estudio es de tipo experimental, ya que se realizaron pruebas de laboratorio para determinar las propiedades de los elementos de mampostería, los cuales luego fueron analizados

Es transversal porque el instrumento elegido para la recopilación de datos se realizó en un momento dado. (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2003)

Esta investigación es cuantitativa porque la interpretación y el análisis se utilizan durante la recopilación de datos, lo que da como resultado resultados numéricos. (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2003)

3.4. Diseño o esquema de la investigación

La tesis tuvo un diseño experimental, porque se manipuló la variable en la obtención de resultados e interpretaciones.



GE: grupo experimental

GC: grupo control

X₁ : aplicación de variable independiente

X₂ : placebo (tratamiento convencional)

O₁ O₃ : pretest

O₂ O₄ : posttest

Grupo experimental: A ----- O₁----- X ----- O₂

Grupo Control: A ----- O₃----- ___ ----- O₄

Simbología:

A= Unidades de adobe

X= Tratamiento con mucílago de cactus

O= Observación

Para el grupo experimental:

Se realizaron unidades de albañilería con adición de mucílago de cactus de 0%, 25% y 50% y se analizaron sus características.

Para el grupo patrón:

Se realizaron unidades de albañilería sin adición de mucílago de cactus y se analizaron sus características.

3.5. Población y muestra

Población:

La población fueron la totalidad de adobes que se pueden elaborar en el distrito de Huaura, Lima.

Según (Sampieri, 1998) población la define como un conjunto de fenómenos objeto de estudio, donde las unidades de población tienen características comunes, y se obtienen datos de investigación. (pág. 236).

Muestra:

La muestra fue de 45 adobes de los cuales 15 son adobes patrones y 30 son adobes experimentales a distintas proporciones de mucilago de cactus.

3.6. Actividades del proceso investigativo

Criterios de inclusión

De acuerdo Vara (2012), los criterios de inclusión utiliza la población, teniendo en cuenta todos los aspectos, propiedades. Este estudio tuvo en cuenta la clasificación del suelo que se encuentra en la región de Huaura, el cual se utilizó para realizar los adobes.

Criterios de exclusión

Vara (2012) el criterio de exclusión, la delimitación de la población al excluir aspectos, características y características de la población objeto de estudio que no se estudian.

3.7. Técnicas e instrumentos de la investigación

La técnica utilizada para esta investigación fue la observación participante, porque se realizó ensayos de laboratorios para obtener datos, clasificando y procesar.

TÉCNICA: Observación

INSTRUMENTO: Guía de observación

Ficha de observación:

Las fichas de observación se utilizan para obtener nuevos datos y ordenar la información sobre las variables de estudio y las observaciones realizadas.

3.8. Procedimiento para la recolección de datos

a) Procedimiento para la elaboración de los adobes

Primero: Se elaboró el molde de madera para elaborar los adobes.

Segundo: Se seleccionó la arcilla más adecuada para según características.

Tercero: Se mezcló la arcilla, con agua y mucílago de cactus en con 0%, 25% y 50%.

Cuarto: Se mezcló los insumos de manera homogénea

Quinto: Se vertió la mezcla homogénea en el molde de madera humedecida previamente.

Sexto: Se compactó y se enrasó en estado plástico.

Séptimo: Se retiró el molde de madera y se dejó secar.

b) Procedimiento para determinación de la viscosidad:

Primero: Se recolectó los cactus (*Opuntia spp.*) de una zona en abundancia.

Segundo: Se extrajo el mucilago de cactus de las hojas y se almacenará.

Tercero: Se vertió el mucilago en un recipiente hermético y esterilizado

Cuarto: Se trasladó el material al laboratorio con la finalidad de determinar su viscosidad.

Quinto: Se procesarán los datos para determinar la viscosidad cinemática y absoluta.

c) Procedimiento para determinación de la resistencia a la compresión

Primero: Se seleccionó las mejores unidades de albañilería de la población total.

Segundo: Se llevó las muestras al laboratorio y se colocó en la prensa hidráulica.

Tercero: Se aplicó la fuerza necesaria para hacer fallar el adobe

Cuarto: Se procesó los datos según formula

d) Procedimiento para determinación de la resistencia del mortero

Primero: Se elaborará mortero tal y como se elaboró las unidades de adobe.

Segundo: Se colocará mortero natural en dos unidades de adobe mejor diseñadas.

Tercero: Se dejará secar por 24 horas y se preparará para análisis.

Cuarto: Se colocarán los adobes de manera vertical y se aplicarán las fuerzas.

Quinto: Se determinarán las dimensiones de los adobes y se registrarán.

Séptimo: Se procesarán los datos para determinar la resistencia del mortero.

e) Procedimiento para determinación del análisis térmico del módulo básico.

Primero: Se realizarán los planos del módulo básico y sus cortes y detalles.

Segundo: Se elaborarán los adobes necesarios para construir el módulo básico ecoamigable.

Tercero: Se construirá el módulo básico y se utilizarán materiales ecoamigable.

Cuarto: Se determinará el análisis térmico dentro del módulo básico y fuera del mismo.

3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de los datos.

Para el procesamiento y análisis de datos que se realizó:

- El registro de manera ordenada y precisa
- La tablas y Tablas utilizando el Microsoft Excel
- La redacción mediante Microsoft Word 2016.
- Los figuras y infografías utilizando Miró
- El procesamiento estadístico con SPSS.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Caracterización de las propiedades del mucílago de cactus

Tabla 1

Composición química elemental del mucílago de Cactus

Composición química	Resultados	Método de referencia
Humedad	96.4336	AOAC Oficial Method 930.04
Potasio, K	1.7810	
Calcio, Ca	0.8190	
Magnesio, Mg	0.5913	
Cloro, Cl	0.2883	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva
Fósforo, P	0.0402	
Azufre, S	0.0333	
Hierro, Fe	0.0050	
Zinc, Zn	0.0034	
Manganeso, Mn	0.0031	
Cobre, Cu	0.0019	

Nota: *Elaboración propia*

Tabla 2

Composición química expresada en óxidos del mucílago de Cactus

Composición química	Resultados	Método de referencia
Humedad	96.4336	AOAC Oficial Method 930.04
Óxido de potasio, K ₂ O	2.6042	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva
Óxido de magnesio, MgO	0.6014	
Óxido de calcio, CaO	0.3110	
Óxido de fósforo, P ₂ O ₅	0.0372	
Cloro, Cl	0.0040	
Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	0.0033	
Óxido de azufre, SO ₃	0.0024	
Óxido de manganeso, MnO	0.0017	
Óxido de zinc, ZnO	0.0008	
Óxido de cobre, CuO	0.0004	

Nota: *Elaboración propia*

La composición química del mucílago de cactus se determinó con el uso de espectrómetro de fluorescencia de rayo X de energía dispersiva Shimadzu, EDX 80HS. Las condiciones ambientales de 22.0 ° C. Obtuvo 96% de agua y 1.7810% de potasio, 0.8190% de calcio y 0.5913% de Magnesio. Concuerta en la humedad con Jiménez (2014) que indica que obtuvo humedad de 83.8 %.

Tabla 3

Determinación de la viscosidad del mucílago en estado líquido

Descripción	Usillo	Unidad	Resultado
Mucílago de Cactus en estado líquido	R7	Cst	1087.9

Nota: *Elaboración propia*

Figura 2

Mucílago de Cactus en viscosímetro digital



Nota: *Elaboración propia*

La determinación de la viscosidad utilizó un viscosímetro rotacional de 1 – 200000 cP, rango de velocidad de 0.3 -100 rpm, 18 velocidades y Marca Viscolead, llegando a un resultado de 1087.9 Cst. utilizando un Usillo de R7.

Tabla 4

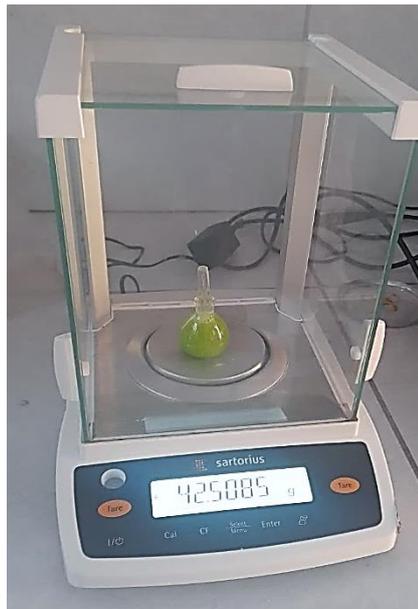
Determinación de la densidad del mucílago de Cactus

Descripción	Unidad	Densidad
Masa de fiola de 25 ml	g	17.64
Masa del fluido + fiola de 25 ml	g	42.51
Volumen de fiola de 25 ml	cm ³	25
Densidad del fluido	g/cm³	0.9948

Nota: *Elaboración propia*

Figura 3

Mucílago de cactus en fiola de 25 ml



Nota: *Elaboración propia*

Se utilizó una fiola de 25 ml y una balanza de precisión 0.01 gr. El resultado de la densidad del mucílago de cactus es de 0.9948 g/cm³.

Tabla 5
Determinación del PH del Mucilago

Descripción	PH	Escala
PH con equipo APERA PH700	4.60	Fluido ligeramente ácido
PH con equipo HANNA HI 3220	4.74	Fluido ligeramente ácido
PH con indicador de PH en tiras	4.50	Fluido ligeramente ácido
PROMEDIO	4.61	Fluido ligeramente ácido

Nota: Elaboración propia

Figura 4
Muestra de mucílago en medidor de PH



Nota: Elaboración propia

La viscosidad del mucilago de cactus con el equipo APERA PH700 es 4.60, el equipo HANNA HI 3220 obtuvo 4.74 y un indicador de PH en tiras con 4.50. El promedio de la viscosidad para este fluido es de 4.61.

2. Variación de la plasticidad de la arcilla con adición de del mucílago de cactus

Tabla 6

Determinación del límite líquido

Determinación del límite líquido					
Recipiente (R)		1	2	3	
Peso R + Suelo Húmedo		35.80	38.70	38.70	
Peso R + Suelo Seco		33.50	35.60	35.60	
Peso R	gr.	20.90	20.90	20.80	
Peso de agua		2.30	3.10	3.10	
Peso del Suelo Seco		12.60	14.70	14.80	LL
Contenido de Humedad	%	18.25	21.09	20.95	20.90
Numero de Golpes		32	24	17	

Nota: Elaboración propia

Tabla 7

Determinación del límite plástico e índice de plasticidad

Determinación del límite plástico e índice de plasticidad				
Recipiente (R)		R4	R5	
Peso R + Suelo Húmedo		26.60	26.47	
Peso R + Suelo seco		25.80	21.57	
Peso R	gr.	21.00	20.80	
Peso de Agua		0.80	0.77	
Peso de Suelo seco		4.80	4.90	Limite Plástico
Contenido de Humedad	%	16.67	15.69	16.7

Nota: Elaboración propia

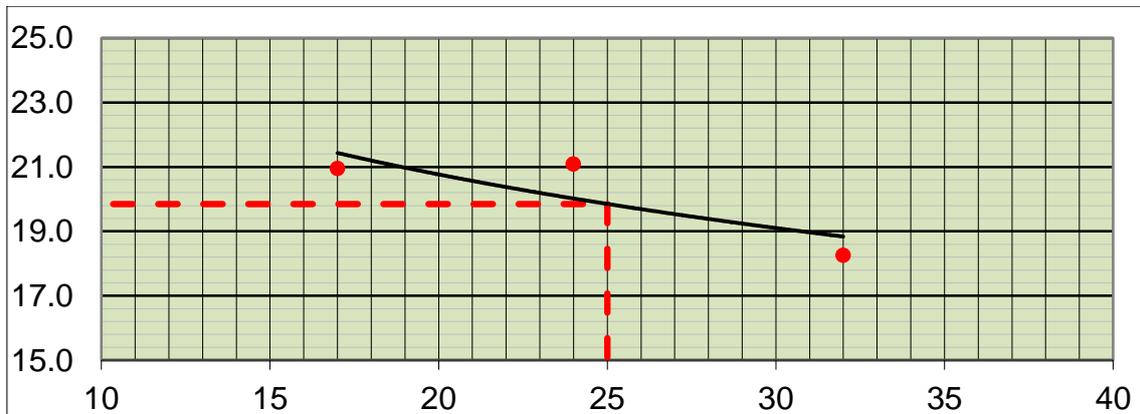
Figura 5

Muestra de arcilla en copa de Casagrande



Nota: Elaboración propia

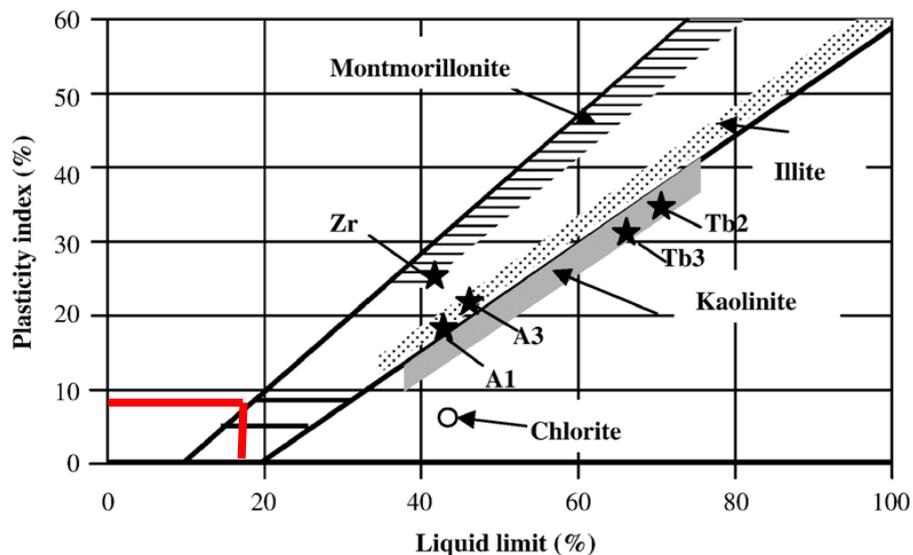
Figura 6
Recta de límite líquido de arcilla



Nota: *Elaboración propia*

La arcilla utilizada refleja mediante el límite plástico utilizando la copa de Casagrande un valor de 20.90 % y un límite plástico utilizando los bastoncillos de 3.2 mm de 16.7%. Concuera con Calderón (2022) que indica que la arcilla tuvo plasticidad en 13 %.

Figura 7
Diagrama de Holtz y Kovacs



Nota: *(İlker Özkan, 2017)*

El diagrama de Holtz y Kovacs muestra que nuestro suelo estudiado se encuentra muy cerca de una arcilla de características de Clorita.

3. Determinar la dosificación del adobe adicionando mucilago de cactus (*Opuntia spp.*), Huaura, Lima ,2022.

Tabla 8

Dosificación para obtener el mucilago de cactus

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
Cactus (cuadrados de 1.5 x1.5cm)	Kg.	1.00
Agua	L.	10.00

Nota: Elaboración propia

Para el mucilago de cactus, se macera los cactus cortados en cuadrados de 1.5 cm x 1.5 cm con agua en dosificación de 1 kg. de cactus por 10 l. de agua, se mantiene en reposo por veinticuatro horas logrando liberar mucilago de cactus.

Tabla 9

Dosificación del adobe con mucilago de cactus

Materiales	Und	natural	25%MC	50%MC	OBSERVACIÓN
Arcilla	Kg	12.00	12.00	12.00	100% de tierra
Paja	Kg	0.10	0.10	0.10	2% respecto al peso de la arcilla
Agua	Litros	4.20	3.15	2.10	35% de la tierra (mucilago de cactus - agua patrón)
Mucilago de cactus	Litros	-	1.05	2.10	25%, 50% y 75% mucilago de cactus respecto al agua de la muestra patrón

Nota: Elaboración propia

La proporción por cada unidad de adobe natural se usa 12.00 kg de arcilla para 4 muestras, 0.10 kg de paja y 4.20 l. de agua. Para otras proporciones la paja es 0.10 kg, la arcilla es 12 kg y se varia la cantidad de agua y mucilago de cactus para 25%MC se usa 3.15 litros de agua y 1.05 litros de mucilago de cactus, para 50%MC se utiliza 2.10 litros de agua y 2.10 litros de mucilago de cactus.

4. Resistencia a la compresión del adobe adicionando mucilago de cactus (Opuntia spp.)

Tabla 10

Resistencia a la compresión del adobe

N°	Muestra	Área	Carga	Esfuerzo de rotura	Promedio esf. Rotura
		Cm ²	Kg	Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	ADOBE	176.71	2416.60	13.67	14.00
2	100% H2O	176.71	2558.80	14.50	
3		176.71	2441.50	13.80	
1	ADOBE	176.71	3329.20	18.83	18.50
2	75%H2O + 25%MC	176.71	3278.20	18.56	
3		176.71	3196.20	18.12	
1	ADOBE	176.71	2907.00	16.45	17.20
2	50%H2O + 50%MC	176.71	3130.00	17.73	
3		176.71	3080.30	17.44	

Nota: *Elaboración propia*

El diseño de adobe 75%H2O + 25%MC obtiene una resistencia de 18.83 kg/cm², 18.56 kg/cm² y 18.12 kg/cm², obteniendo un promedio de resistencia de 18.50 kg/cm², superando al diseño de adobe de 100% H2O que obtuvo una resistencia de 14.00 kg/cm² y al diseño de 50%H2O + 50%MC que llegó al resultado de 17.20 kg/cm².

Tabla 11

Análisis estadístico resistencia a la compresión

		diseño	resistencia
diseño	Correlación de Pearson	1	,676
	Sig. (bilateral)		,046
	N	9	9
resistencia	Correlación de Pearson	,676	1
	Sig. (bilateral)	,046	
	N	9	9

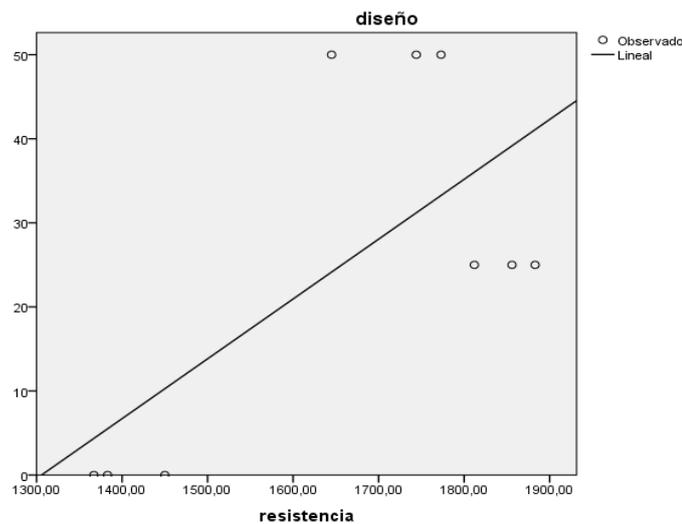
Nota: *Elaboración propia*

Ho= La resistencia a la compresión del adobe se relaciona a la adición de mucilago de cactus (Opuntia spp.)

H1= La resistencia a la compresión del adobe no se relaciona a la adición de mucilago de cactus (Opuntia spp.)

Siendo sig =0046 y sig < 0.05 aceptamos H0 y rechazamos H1. Asimismo, r= 0.676 siendo correlación alta por lo cual: La resistencia a la compresión del adobe se relaciona a la adición de mucilago de cactus (Opuntia spp.) el cual concuerda con Vilca (2022) que indica que se logró incrementos en 53.16% el esfuerzo máximo de resistencia del adobe estudiado.

Figura 8
Regresión lineal resistencia a la compresión



Nota: Elaboración propia

Tabla 12

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro	
	R cuadrado	F	df1	df2	Sig.	Constante	b1
Lineal	,456	5,879	1	7	,046	-92,938	,071

Nota: Elaboración propia

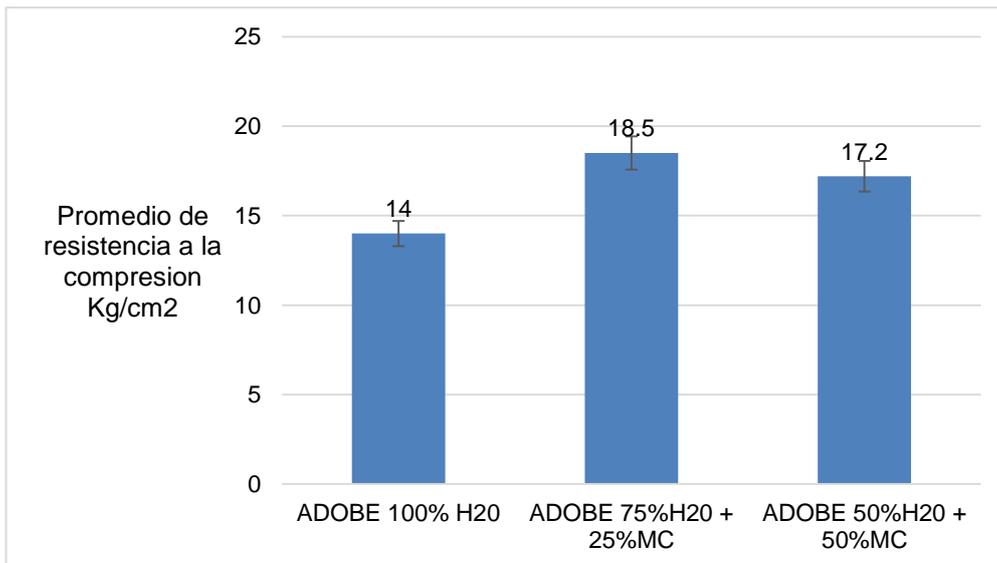
Como se puede observar en la el Figura 08, la curva de la regresión es lineal ascendente, lo que significa que el correcto diseño mejorará la resistencia a la compresión.

Figura 9
Equipo y resultado de resistencia la compresión



Nota: Elaboración propia

Figura 10
Comparación del ensayo de resistencia a la compresión



Nota: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de las pilas adicionando mucilago de cactus (Opuntia spp.)

Tabla 13
Resistencia a compresión pilas

N°	Descripción de la muestra	Área	Carga	Esfuerzo de rotura	Promedio esf. Rotura
		Cm ²	Kg	Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	ADOBE	176.71	2569.60	14.54	15.13
2	100% H2O	176.71	2679.90	15.26	
3		176.71	2756.30	15.59	
1	ADOBE	176.71	3423.30	19.37	19.14
2	75%H2O + 25%MC	176.71	3378.10	19.11	
3		176.71	3345.40	18.93	
1	ADOBE	176.71	2987.10	16.90	17.22
2	50%H2O + 50%MC	176.71	3035.20	17.17	
3		176.71	3109.10	17.59	

Nota: Elaboración propia

El diseño de pilas de adobe 75%H2O + 25%MC obtiene una resistencia de 19.37 kg/cm², 19.11 kg/cm² y 18.93 kg/cm², obteniendo un promedio de resistencia de 19.14 kg/cm², superando al diseño de adobe de 100% H2O que obtuvo una resistencia de 15.13 kg/cm² y al diseño de 50%H2O + 50%MC que llegó al resultado de 17.22 kg/cm².

Tabla 14
Análisis estadístico resistencia a la compresión de pilas

		diseño	resistencia
diseño	Correlación de Pearson	1	,556
	Sig. (bilateral)		,031
	N	9	9
resistencia	Correlación de Pearson	,556	1
	Sig. (bilateral)	,031	
	N	9	9

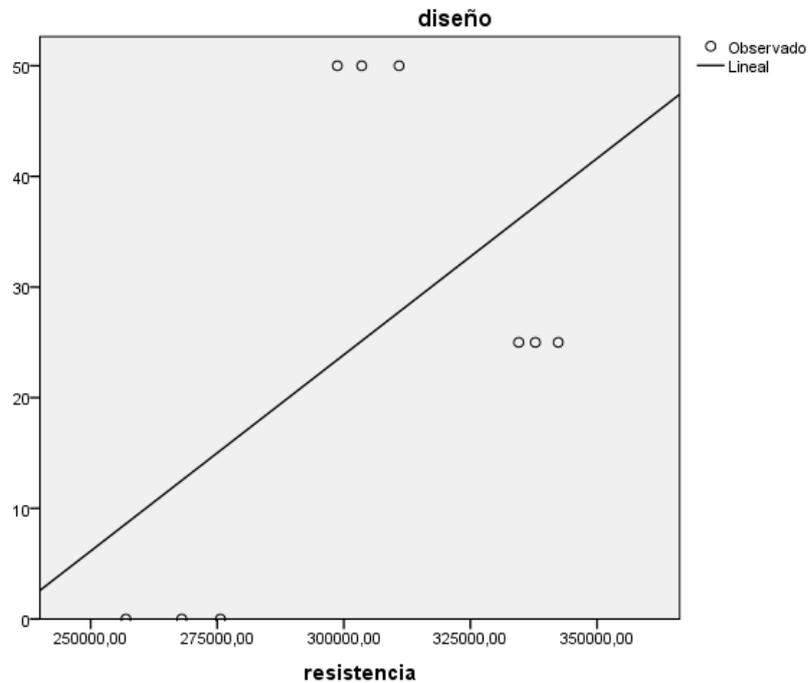
Nota: Elaboración propia

Ho= La resistencia a la compresión de pilas del adobe se relaciona a la adición de mucilago de cactus (Opuntia spp.)

H1= La resistencia a la compresión de pilas del adobe no se relaciona a la adición de mucilago de cactus (Opuntia spp.)

Siendo sig =0.031 y sig < 0.05 aceptamos H0 y rechazamos H1. Asimismo, r= 0.556 siendo correlación moderad por lo cual: La resistencia a la compresión de pilas del adobe se relaciona a la adición de mucilago de cactus (Opuntia spp.)

Figura 11
Regresión lineal resistencia a la compresión



Nota: *Elaboración propia*

Tabla 15
Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro	
	R cuadrado	F	df1	df2	Sig.	Constante	b1
Lineal	,266	2,541	1	7	,155	-82,591	,000

Nota: *Elaboración propia*

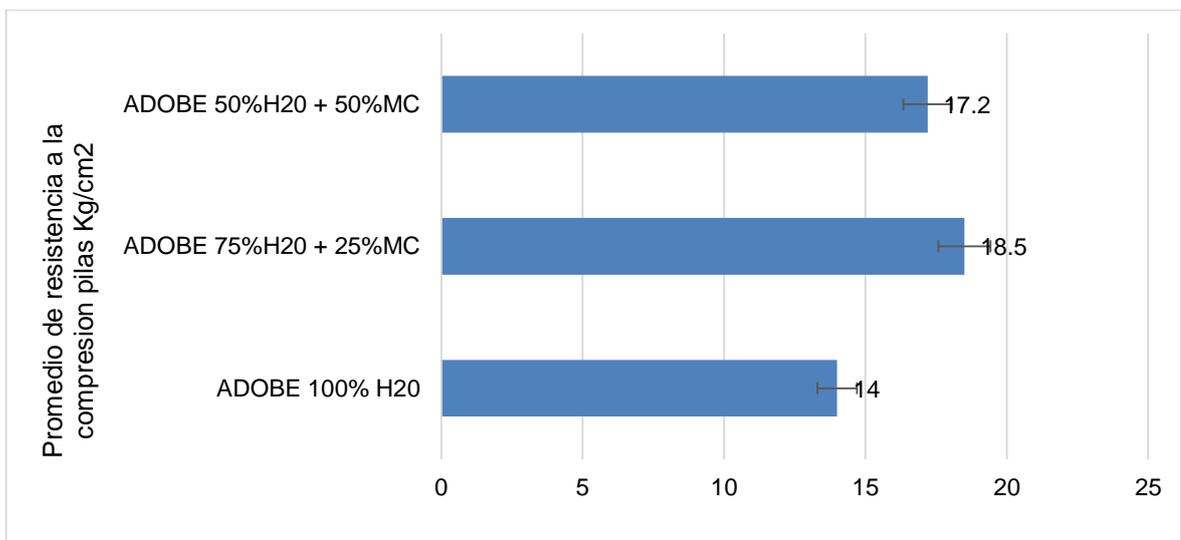
Como se puede observar en el Figura 11, la curva de la regresión es lineal ascendente, lo que significa que el correcto diseño mejorará la resistencia a la compresión.

Figura 12
Investigador utilizando equipo de compresión



Nota: *Elaboración propia*

Figura 13
Resistencia a la compresión pilas



Nota: *Elaboración propia*

5. Análisis térmico de un modelo con adobe de mucilago de cactus (*Opuntia spp.*)

El proyecto se realizó en Huaura, provincia de Huacho, región Lima. Se encuentra a 300 min. en auto desde la ciudad de Huacho y a una altitud de 1000 metros. Según el censo de 2017, aquí hay 55 hogares. Según el Servicio Meteorológico e Hidrológico Nacional (SENAMHI) del Perú, las temperaturas oscilan entre los 16 °C y los 25 °C.

En base a (MVCS, 2014) en la norma Confort Termino y Lumínico con eficiencia se obtiene:

Tabla 16

Ubicación bioclimática del lugar

Departamento	Provincia	Distrito	Zona Bioclimática
Lima	Huaura	Huaura	Interandino Bajo

Nota: Elaboración propia

Tabla 17

Características bioclimáticas

Característica Climáticas	Interandino Bajo
Temperatura media anual	24°
Humedad relativa media	50 a 70%
Velocidad de viento	Norte: 5-11 m/s Centro: 4-5 m/s Sur: 6-7 m/s
Dirección predominante del viento	S - SO - SE
Radiación solar	5 a 7 kWh/m ²
Horas de sol	Norte: 6 horas Centro: 5 horas Sur: 7 horas
Precipitación anual	< 150 a 500 mm
Altitud	400-2000 msnm

Nota: Elaboración propia

En la investigación utilizó información climática de la zona de investigación en un periodo determinado.

Tabla 18

Control de temperatura con Termohigrómetro

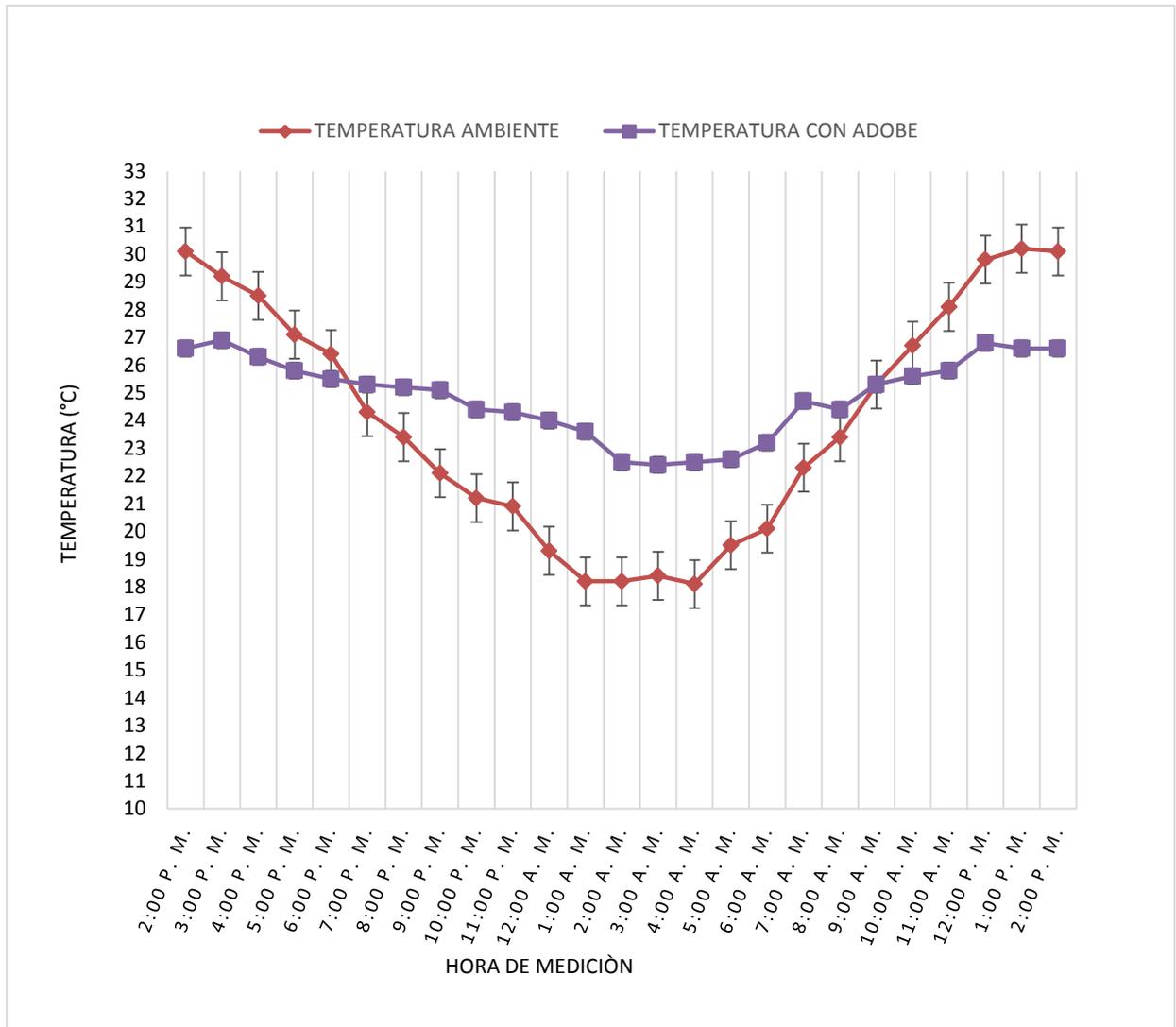
CONTROL DE TEMPERATURA CON TERMOHIGROMETRO		
HORA	TEMPERATURA AMBIENTE	TEMPERATURA CON ADOBE
2:00 p. m.	30.1	26.6
3:00 p. m.	29.2	26.9
4:00 p. m.	28.5	26.3
5:00 p. m.	27.1	25.8
6:00 p. m.	26.4	25.5
7:00 p. m.	24.3	25.3
8:00 p. m.	23.4	25.2
9:00 p. m.	22.1	25.1
10:00 p. m.	21.2	24.4
11:00 p. m.	20.9	24.3
12:00 a. m.	19.3	24
1:00 a. m.	18.2	23.6
2:00 a. m.	18.2	22.5
3:00 a. m.	18.4	22.4
4:00 a. m.	18.7	22.5
5:00 a. m.	19.5	22.6
6:00 a. m.	20.1	23.2
7:00 a. m.	22.3	24.7
8:00 a. m.	23.4	24.4
9:00 a. m.	25.3	25.3
10:00 a. m.	26.7	25.6
11:00 a. m.	28.1	25.8
12:00 p. m.	29.8	26.8
1:00 p. m.	30.2	26.6
2:00 p. m.	30.1	26.6

Nota: *Elaboración propia*

En el Tabla, 16, 17 y 18 se muestra la variación térmica que se obtuvo el 15/03/2022, muestra que la mínima temperatura es a la 01:00 am con de 18.20 °C. Con el adobe experimental de 75%H2O + 25%MC en la zona interior de modulo básico se obtuvo 22.50°C. La variación de la temperatura exterior que se realizó el 15/03/2022, en el exterior llega la temperatura varía

desde de 18.20 °C a 30.20 °C, con el adobe experimental adobe 75%H2O + 25%MC la temperatura varía desde de 22.40 °C a 26.60 °C.

Figura 14
Variación de la temperatura



Nota: Elaboración propia

En el Figura 14 se observa la variación de la temperatura exterior que se realizó el 15/03/2022, en el exterior llega la temperatura varía desde de 18.20 °C a 30.20 °C, con el adobe experimental adobe 75%H2O + 25%MC la temperatura varía desde de 22.40 °C a 26.60 °C

V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

1.-La caracterización de las propiedades del mucílago de cactus de Huaura, Lima ,2022 muestra la composición química elemental de mucilago de Cactus con la presencia de humedad en 96.43%, potasio en 1.78 % , calcio en 0.82%, magnesio en 0.59%, cloro en 0.29%, fosforo en 0.04%, azufre en 0.03%, hierro con 0.005%, Zinc en 0.0034%, Manganeso en 0.0031% y Cobre con 0.0019%. El mucilago de Cactus tiene una viscosidad en estado líquido de 1087.9 Cst. La densidad es de 0.9948 g/cm³. El PH presente es de 4.61.

2.-La variación de la plasticidad de la arcilla con adición de del mucílago de cactus de Huaura, Lima ,2022 refleja un límite líquido de 20.9% y un límite plástico de 16.7%. Asimismo, un índice de plasticidad de 5.21%. El diagrama de Holtz y Kovacs muestra que nuestro suelo estudiado se encuentra muy cerca de una arcilla de características de Clorita.

3.-La proporción por cada unidad de adobe natural se usa 12.00 kg de arcilla para 4 muestras, 0.10 kg de paja y 4.20 l. de agua. Para otras proporciones la paja es 0.10 kg, la arcilla es 12 kg y se varia la cantidad de agua y mucilago de cactus para 25%MC se usa 3.15 litros de agua y 1.05 litros de mucilago de cactus, para 50%MC se utiliza 2.10 litros de agua y 2.10 litros de mucilago de cactus, para 75% MC se utiliza 1.05 litros de agua y 3.15 litros de mucilago de cactus.

4.-El diseño de adobe 75%H₂O + 25%MC obtiene una resistencia de 18.83 kg/cm², 18.56 kg/cm² y 18.12 kg/cm², obteniendo un promedio de resistencia de

18.50 kg/cm², superando al diseño de adobe de 100% H2O que llegó a una resistencia de 14.00 kg/cm² y al diseño de 50%H2O + 50%MC que llegó al resultado de 17.20 kg/cm². El diseño de pilas de adobe 75%H2O + 25%MC obtiene una resistencia de 19.37 kg/cm², 19.11 kg/cm² y 18.93 kg/cm², obteniendo un promedio de resistencia de 19.14 kg/cm², superando al diseño de adobe de 100% H2O que obtuvo una resistencia de 15.13 kg/cm² y al diseño de 50%H2O + 50%MC que llegó al resultado de 17.22 kg/cm².

5.-La variación térmica que se obtuvo el 15/03/2022, muestra que la mínima temperatura es a la 01:00 am con de 18.20 °C. Con el adobe experimental de 75%H2O + 25%MC en la zona interior de modulo básico se obtuvo 22.50°C. La variación de la temperatura exterior que se realizó el 15/03/2022, en el exterior llega la temperatura varía desde de 18.20 °C a 30.20 °C, con el adobe experimental adobe 75%H2O + 25%MC la temperatura varía desde de 22.40 °C a 26.60 °C.

Recomendaciones:

- 1.- Se recomienda utilizar el mucilago de Cactus en función de su viscosidad y propiedades, evaluando el tipo de arcilla para obtener mejores óptimos.
- 2.-Se recomienda utilizar arcillas similares para obtener el comportamiento cuando se adiciona el mucilago de cactus, en función de parámetros como la plasticidad y permeabilidad.
- 3.- Utilizar correctamente la dosificación para la eficiencia más cercanos al diseño óptimo y que puedan replicados en las construcciones de viviendas.

4.-Se recomienda exponer al sol de manera prolonga a las unidades de adobe y reducir los posibles efectos de la lluvia en el proceso de secado para disminuir los riesgos de baja resistencia a la compresión.

5.- Se recomienda analizar viviendas con diseño arquitectónico para buenos resultados, en épocas de frío extremo y pueda ser replicado en la sierra del Perú.

VI.- REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA Y VIRTUAL

- Antay, A., & Mamani, E. (2020). *Evaluación comparativa de las propiedades físico- mecánicas de la unidad de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno frente al adobe en el distrito de Saylla - Cusco.*
- Aranda, J., & Suarez, E. (2014). *Efecto de la impermeabilidad del Mucílago de Nopal en bloques de tierra comprimidos.* Mexico.
- Calderon, M (2022) *Influencia de la cáscara seca del fruto de catahua en la resistencia a compresión en bloques de adobe,* Jaén, 2022
- comercio, E. (06 de 2021). *INEI: Más de 3 millones de viviendas son vulnerables a sismos en Perú.* Obtenido de <https://andina.pe/agencia/noticia-inei-mas-3-millones-viviendas-son-vulnerables-a-sismos-peru-508350.aspx>
- ContentLab. (2019). <https://elcomercio.pe/>.
- Cordova, S. (2020). *Estabilización del adobe con goma de penca de Tuna para mejorar el comportamiento físico mecánico del barro en Lunahuaná 2020 .* Lima.
- Das, B. (2015). *Fundamentos de ingeniería geotécnica .* Mexico.
- De La Peña, D. (1997). *Adobe, características y sus principales usos en la construcción. Instituto Tecnológico de la Construcción (ITC).* Mexico.
- EARQUITECTURA. (s.f.). *Adobe.* Obtenido de <https://eararquitecturadetierra.weebly.com/adobe.html>
- Gestion.pe. (2021). *La construcción de adobe más antigua de América emerge en Perú con 5,500 años.*
- Gimeno, F. (2021). *La construcción de adobe más antigua de América emerge en Perú con 5.500 años.* Obtenido de Swissinfo.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, L. (2003). *Metodología de la Investigación.* Mexico.
- Huanca, C. (2020). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas existentes de adobe con dos pisos en la ciudad de Ayaviri.* Puno.
- Huerta, M. (2020). *Uso extracto del mucilago del cactus como aditivo y su influencia en la consistencia y en la resistencia a la compresión.* Lima.
- M. E. (2014). *Confort Térmico y Luminico con Eficiencia Energética.* Lima.
- MVCS. (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones.*

- MVCS. (2010). *Edificaciones antisísmicas de adobe*. Lima.
- MVCS Norma E.080. (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Nieto, L., & Tello, E. (2019). *Adobe estabilizado con mucílago de penca de tuna, resistente al contacto con el agua para la construcción de viviendas populares empleados en la sierra del Perú*. Lima.
- Nobrega, A., & Melo, A. (2021). Potential of cactus xique-xique mucilage as a surface treatment for compressed earth blocks. *Ambiente Construído*.
- Ramirez, M. (2011). *Deterioro y estabilización del adobe*. Mexico.
- Ramirez, O., & Diaz, G. (2021). *Mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas del suelo con incorporación de asfalto en la elaboración de adobes*.
- Roldan, J. (2010). *Estabilización de Suelos con Cloruro de Sodio (NaCl) para bases y sub bases*. Guatemala.
- Rubiños, A. (2009). *Propuesta de reconstrucción post-terremoto de viviendas de adobe reforzado*. Lima.
- Salinas, E. (2017). *Vivienda económica en adobe de 02 pisos*. Lima.
- Silva, A., Vasquez, C., & Uría, G. (2020). *Determinación del uso del mucílago de nopal en la construcción de la época colonial (Caso convento de San Diego)*. Ecuador.
- Soria, P., Cruz, S., Peña, N., Fernandez, S., Rodriguez, M., & Cruz, A. (2015). La baba y el mucílago de nopal, una alternativa natural para la conservación de acabados arquitectónicos de tierra. *Antropología*.
- Tamara, C., Cruz, T., Pi-Puig, T., Alcalá, R., Cabadas, H., Carolina, J., . . . R, V. (2012). *Arquitectura de tierra: el adobe como material de construcción en la época prehispánica*. Mexico.
- Torres, M. (s.f.). *Propiedades de los materiales*. Obtenido de https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947174/contido/2_propiedades_de_los_materiales.html
- Villalaz, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. Mexico.
- Vilca (2022) Aporte estructural del adobe aplicando mucílago líquido vegetal de Cactus, Moho, Puno, 2021.

Zavala, E. (2012). *Optimización del proceso de extracción del mucílago de cinco especies de Opuntia (L.) Miller de Michoacán. Mexico.*

VII.- ANEXOS

ANEXO 2: ANALISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MUCÍLAGO DE CACTUS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE CIENCIAS
LABORATORIO LABICER
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



INFORME TÉCNICO N° 0719 – 22 – LABICER

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : SLEYTHER ARTURO DE LA CRUZ VEGA
 - 1.2 DNI : 70407573
2. **CRONOGRAMA DE FECHAS**
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 13 / 07 / 2022
 - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 14 / 07 / 2022
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 18 / 07 / 2022
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE**
 - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE MUCÍLAGO DE CACTUS
 - 4.2 TESIS : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE ADICIONANDO MUCÍLAGO DE CACTUS (*OPUNTIA SSP*) TINCO, CARHUAZ ANCASH, 2022
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 22.0°C; Humedad relativa: 65%
7. **EQUIPO UTILIZADO** : ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X DE ENERGÍA DISPERSIVA. SHIMADZU, EDX 800HS. ESTUFA ELÉCTRICA. BINDER, ED 115.
8. **RESULTADOS**
 - 8.1. **ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL**

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS, %	MÉTODO DE REFERENCIA ⁽¹⁾
Humedad	96.4336	AOAC Oficial Method 930.04
Potasio, K	1.7810	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ⁽²⁾
Calcio, Ca	0.8190	
Magnesio, Mg	0.5913	
Cloro, Cl	0.2883	
Fósforo, P	0.0402	
Azufre, S	0.0333	
Hierro, Fe	0.0050	
Zinc, Zn	0.0034	
Manganeso, Mn	0.0031	
Cobre, Cu	0.0019	

⁽¹⁾ Métodos de referencia aceptados por el solicitante.

⁽²⁾ Balance de resultados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío a la muestra seca a 100°C.



8.2 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADO EN ÓXIDOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS, % ^(1,2)	MÉTODO DE REFERENCIA ⁽³⁾
Humedad	96.4336	AOAC Oficial Method 930.04
Óxido de potasio, K ₂ O	2.6042	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva
Óxido de magnesio, MgO	0.6014	
Óxido de calcio, CaO	0.3110	
Óxido de fósforo, P ₂ O ₅	0.0372	
Cloro, Cl	0.0040	
Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	0.0033	
Óxido de azufre, SO ₃	0.0024	
Óxido de manganeso, MnO	0.0017	
Óxido de zinc, ZnO	0.0008	
Óxido de cobre, CuO	0.0004	

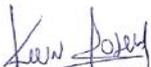
⁽¹⁾ Balance de resultados al 100% de óxidos calculados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío a la muestra seca a 100 °C.

⁽²⁾ Resultados expresados en óxidos según pedido del solicitante.

⁽³⁾ Métodos de referencia aceptados por el solicitante.

9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

Los resultados de este Informe técnico son válidos sólo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.


Bach. Kevin Sulca.
Analista Químico
LABICER – UNI




M.Sc. Ily Marilú Maza Mejía
Responsable de análisis
Jefe de Laboratorio
CQP 1149

(*) El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.

ANEXO 2: DETERMINACIÓN DE VISCOSIDAD DEL MUCÍLAGO

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE BARRANCA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Laboratorio de Mecánica de Fluidos (LB 19)	
Nombre: Sleyther Arturo de la Cruz Vega Muestra: MUCÍLAGO DE CACTUS M-1 Localización: Barranca - Barranca - Lima Coordenadas UTM Este: 197204 Norte: 8812892 Altitud: 82 m.s.n.m Fecha del ensayo: 19/07/2022		
DETERMINACION DE VISCOSIDAD DE FLUIDOS		

Descripción	Usillo	Unidad	Viscosidad
Mucilago de Cactus en estado liquido	R7	Cst	1087.9




 Firma - Visto bueno de responsable del
 Laboratorio de Mecánica de fluidos
 UNAB
Blga. Gabriela Lesli Calle Pacheco
DNI: 44788527


 DE LA CRUZ VEGA SLEITHER ARTURO
 ING. CIVIL
 ...
 Firma - Visto bueno investigador
M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
DNI: 70407573

ANEXO 3: DETERMINACIÓN DE DENSIDAD DEL MUCÍLAGO

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE BARRANCA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Laboratorio de Mecánica de Fluidos (LB 19)	
Nombre: Sleyther Arturo de la Cruz Vega		
Muestra: MUCÍLAGO DE CACTUS M-2		
Localización: Barranca - Barranca - Lima		
Coordenadas UTM Este: 197204 Norte: 8812892 Altitud: 82 m. s.n.m		
Fecha del ensayo: 19/07/2022		
DETERMINACION DE DENSIDAD DE FLUIDOS		

Descripción	Unidad	Densidad
Masa de fiola de 25 ml	g	17.64
Masa del fluido + fiola de 25 ml	g	42.51
Volumen de fiola de 25 ml	cm ³	25
Densidad del fluido	g/cm ³	0.9948





 Firma - Visto bueno de responsable del
 Laboratorio de Mecánica de fluidos
 UNAB

Blga. Gabriela Lesli Calle Pacheco
DNI: 44788527



 DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO
 ING. CIVIL
 No. 44044 en el Registro de Profesionales de la Ingeniería Civil
 Firma - Visto bueno investigador
M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
DNI: 70407573

ANEXO 5: LIMITES DE ATTERBERG



UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA

Nombres: Sleyther Arturo De La Cruz Vega

Muestra: Arcilla

Localización: Huaura, Huaura, Lima

Fecha: 21/08/22

DETERMINACION DE LIMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Determinación del límite líquido					
N° de Tarro		1	2	3	
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.	35.80	38.70	38.70	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	33.50	35.60	35.60	
Peso de Tarro	gr.	20.90	20.90	20.80	
Peso de Agua	gr.	2.30	3.10	3.10	
Peso del Suelo Seco	gr.	12.60	14.70	14.80	Límite Líquido
Contenido de Humedad	%	18.25	21.09	20.95	20.90
Numero de Golpes		32	24	17	

Determinación del límite plástico e índice de plasticidad				
N° de Tarro		R4	R5	
Peso de Tarro + Suelo Húmedo		gr.	26.60	
Peso de Tarro + Suelo seco		gr.	25.80	
Peso de Tarro	gr.	21.00	20.80	
Peso de Agua	gr.	0.80	0.80	
Peso de Suelo seco		gr.	4.80	Límite Plástico
Contenido de Humedad	%	16.67	15.69	16.7



Sleyther

Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
 Docente de la Escuela Profesional de
 Ingeniería Civil

ANEXO 6: RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL ADOBE



UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA

Nombres: Sleyther Arturo De La Cruz Vega

Muestra: Arcilla

Localización: Huaura, Huaura, Lima

Fecha: 21/08/22

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL ADOBE

N°	Descripción de la muestra	Área	Carga	Esfuerzo de rotura	Promedio esf. Rotura
		Cm2	Kg	Kg/cm2	Kg/cm2
1	ADOBE 100% H2O	176.71	2416.60	13.67	14.00
2		176.71	2558.80	14.50	
3		176.71	2441.50	13.80	
1	ADOBE 75%H2O + 25%MC	176.71	3329.20	18.83	18.50
2		176.71	3278.20	18.56	
3		176.71	3196.20	18.12	
1	ADOBE 50%H2O + 50%MC	176.71	2907.00	16.45	17.20
2		176.71	3130.00	17.73	
3		176.71	3080.30	17.44	



Sleyther Arturo De La Cruz Vega

Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
Docente de la Escuela Profesional de
Ingeniería Civil

ANEXO 7: RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL PILAS



UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA

Nombres: Sleyther Arturo De La Cruz Vega

Muestra: Arcilla

Localización: Huaura, Huaura, Lima

Fecha: 21/08/22

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MURETE

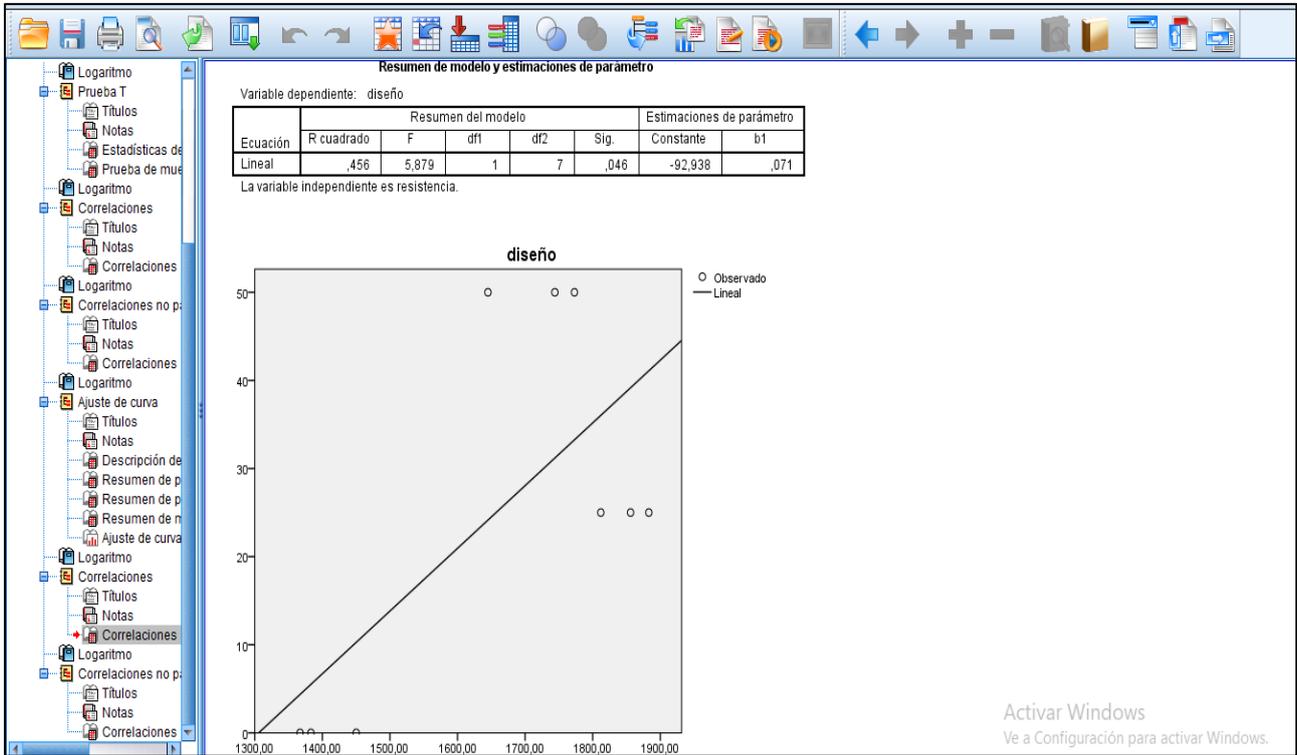
N°	Descripción de la muestra	Área	Carga	Esfuerzo de rotura	Promedio esf. Rotura
		Cm2	Kg	Kg/cm2	Kg/cm2
1	ADOBE 100% H2O	176.71	2569.60	14.54	15.13
2		176.71	2679.90	15.26	
3		176.71	2756.30	15.59	
1	ADOBE 75%H2O + 25%MC	176.71	3423.30	19.37	19.14
2		176.71	3378.10	19.11	
3		176.71	3345.40	18.93	
1	ADOBE 50%H2O + 50%MC	176.71	2987.10	16.90	17.22
2		176.71	3035.20	17.17	
3		176.71	3109.10	17.59	



Sleyther

Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
Docente de la Escuela Profesional de
Ingeniería Civil

ANEXO 8: PROCESAMIENTO ESTADISTICO EN SPSS

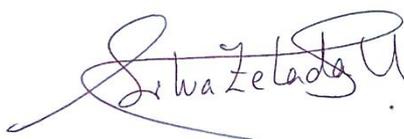


**VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS
INSTRUCCIONES:**

Sr (a) Juez tenga usted un cordialmente saludo y luego me permito solicitarle su valiosa colaboración profesional, con fines estrictamente académicos, a efectos de que, con base a su conocimiento y reconocida experiencia, evalúe la validez de la ficha de captura de datos que adjunto remito, junto con la matriz de consistencia. Después de que revise el instrumento, le agradeceré me alcance sus valiosas observaciones y sugerencias llenando dada casilla un puntaje establecido según cada intervalo. Muchas gracias.

Aspectos de la Investigación

N°	Criterios	Indicadores	Deficiente de 00 a 20				Regular de 21 a 40				Buena de 41 a 60				Muy buena de 61 a 80				Excelente de 81 a 100						
			0	6	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9			
			5	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	0	1	0
1	CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado.												5	8										
2	OBJETIVO	Está expresado en capacidades observables														6	9								
3	ACTUALIDAD	Adecuado a la identificación del conocimiento de las variables de investigación															7	0							
4	ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica en el instrumento															7	2							
5	SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad con respecto a las variables de investigación															6	8							
6	INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de las variables de investigación														6	4								
7	CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos de conocimiento																7	1						
	COHERENCIA	Existe coherencia entre los índices e indicadores y las dimensiones																7	4						



Dr. Noé Gregorio Silva Zelada

**VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS
INSTRUCCIONES:**

Sr (a) Juez tenga usted un cordialmente saludo y luego me permito solicitarle su valiosa colaboración profesional, con fines estrictamente académicos, a efectos de que, con base a su conocimiento y reconocida experiencia, evalúe la validez de la ficha de captura de datos que adjunto remito, junto con la matriz de consistencia. Después de que revise el instrumento, le agradeceré me alcance sus valiosas observaciones y sugerencias llenando dada casilla un puntaje establecido según cada intervalo. Muchas gracias.

Aspectos de la Investigación

N°	Criterios	Indicadores	Deficiente de 00 a 20				Regular de 21 a 40				Buena de 41 a 60				Muy buena de 61 a 80				Excelente de 81 a 100			
			0	1	1	2	2	3	3	4	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9
			0	6	1	6	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9
			5	0	1	5	2	2	3	5	4	4	5	5	6	6	7	8	8	9	9	0
1	CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado.													6	7						
2	OBJETIVO	Está expresado en capacidades observables															7	7				
3	ACTUALIDAD	Adecuado a la identificación del conocimiento de las variables de investigación												5	9							
4	ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica en el instrumento															7	3				
5	SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad con respecto a las variables de investigación															6	8				
6	INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de las variables de investigación													6	2						
7	CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos de conocimiento																7	8			
8	COHERENCIA	Existe coherencia entre los índices e indicadores y las dimensiones														6	3					
9	METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación																7	6			

Dr. Rubén López Carranza

TABLA BINOMIAL DE JUECES EXPERTOS

INSTRUMENTO:		INSTRUMENTO						
JUECES	INDICADORES	A	B	C		TOTAL	Proporción de Concordancia (P)	
CRITERIOS								
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado.	0.58	0.67	0.62		1.87	0.65	
2. OBJETIVO	Está expresado en capacidades observables	0.69	0.77	0.79		2.25	0.75	
3. ACTUALIDAD	Adecuado a la identificación del conocimiento de las variables de investigación	0.70	0.59	0.60		1.89	0.63	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica en el instrumento	0.72	0.73	0.80		2.25	0.75	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad con respecto a las variables de investigación	0.68	0.68	0.75		2.11	0.70	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de las variables de investigación	0.64	0.62	0.58		1.84	0.61	
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos de conocimiento	0.71	0.78	0.75		2.24	0.75	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los índices e indicadores y las dimensiones	0.74	0.63	0.65		2.02	0.67	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación	0.69	0.76	0.75		2.2	0.73	
TOTAL							6.25	
							0.69	

Es válido si
 $P \geq 0.50$

ANEXO 11: PANEL DE FOTOS



Foto 01: Obtención de paja para elaboración de adobes



Foto 02: Determinación de PH del mucilago de cactus



Foto 03: Ensayo de límite líquido de la arcilla

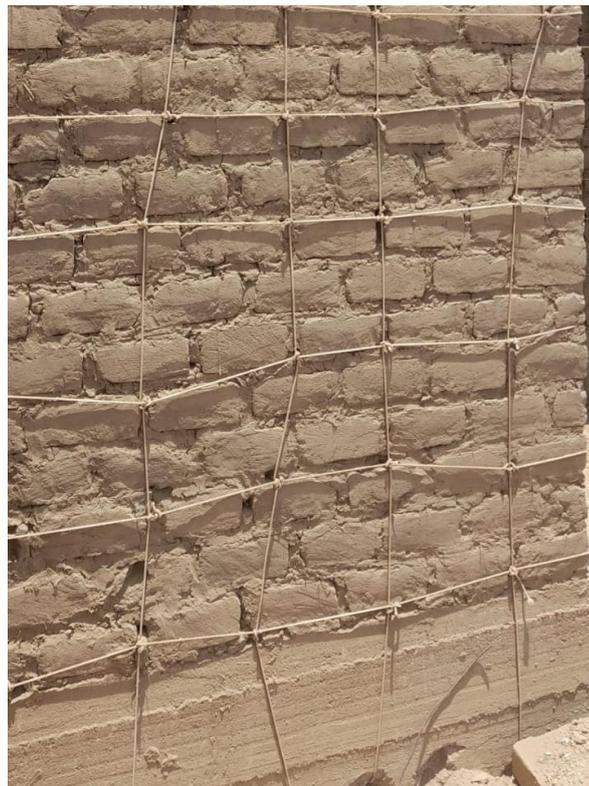


Foto 04: sobrecimiento de concreto y muros de adobes.



Foto 05: Investigador elaborando los adobes



Foto 06: Unidades de adobe secando al sol



Foto 07: Colocación de rollizos de madera y drizas de plástico.



Foto 08: Acabado final de muro con tarrajeo de arcilla.



Foto 09: Ensayo de resistencia a la compresión del adobe



Foto 10: Investigador con equipo de resistencia a la compresión



Foto 11: adobes en pilas en secado



Foto 12: adobes en pilas en resistencia a compresión

TESIS DOCTORAL

por Sleyther Arturo De La Cruz Vega

Fecha de entrega: 22-ago-2023 02:58p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2149588152

Nombre del archivo: ORME_DE_TESIS_ADOBES_MUSCILAGO_DE_CACTUS_02-08-23_CORREGIDO.docx
(12.29M)

Total de palabras: 9216

Total de caracteres: 48289

10	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
11	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
12	Submitted to Universidad Estatal a Distancia Trabajo del estudiante	<1 %
13	Submitted to UNIV DE LAS AMERICAS Trabajo del estudiante	<1 %
14	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
15	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1 %
16	www.14ymedio.com Fuente de Internet	<1 %
17	www.mlsjournals.com Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to Universidad Catolica De Cuenca Trabajo del estudiante	<1 %
19	Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana Trabajo del estudiante	<1 %
20	fondoeditorial.unat.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

21	rotativo.com.mx Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
24	Submitted to Corporación Universitaria Iberoamericana Trabajo del estudiante	<1 %
25	Submitted to Universidad Abierta para Adultos Trabajo del estudiante	<1 %
26	Submitted to Universidad de Huanuco Trabajo del estudiante	<1 %
27	tesis.ipn.mx Fuente de Internet	<1 %
28	repositorio.untrm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
29	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
30	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1 %
31	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

32

Submitted to Universidad Nacional Jose
Faustino Sanchez Carrion

Trabajo del estudiante

<1 %

33

Submitted to Webster University

Trabajo del estudiante

<1 %

34

www.scielo.br

Fuente de Internet

<1 %

35

Submitted to Universidad Nacional del Centro
del Peru

Trabajo del estudiante

<1 %

36

repositorio.usmp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

37

tesis.usat.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

38

virtual.urbe.edu

Fuente de Internet

<1 %

39

Submitted to Universidad Tecnologica del
Peru

Trabajo del estudiante

<1 %

40

es.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

41

idoc.pub

Fuente de Internet

<1 %

42

repositorio.unapiquitos.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

43	repository.ucc.edu.co Fuente de Internet	<1 %
44	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1 %
45	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1 %
46	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
47	apirepositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
48	dl.dropboxusercontent.com Fuente de Internet	<1 %
49	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
50	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
51	repositorio.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
52	swov.nl Fuente de Internet	<1 %
53	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
54	www.cuencarural.com	

Fuente de Internet

<1 %

55

www.medigraphic.com

Fuente de Internet

<1 %

56

www.swissinfo.ch

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado