

UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS
DEL ADOBE REFORZADO CON PLUMAS DE AVE Y EL ADOBE
CONVENCIONAL, CASERÍO DE CHURAP, DISTRITO DE
INDEPENDENCIA, HUARAZ, 2022”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÍCOLA**

Presentado por:

Bach. CACHA LAZARO, Cesia Karen

Asesor:

Dr. COLONIA CERNA, Pedro Alejandro

Huaraz – Ancash - Perú

2024





UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

UNIVERSITARIA DE SHANGAYAN TEL/FAX 043 426 588 - HUARAZ - ANCASH - PERU



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los miembros del Jurado de Tesis que suscriben, se reunieron para escuchar y evaluar la sustentación de la Tesis presentada por la Bachiller en Ciencias de Ingeniería Agrícola **CESIA KAREN CACHA LÁZARO**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias, denominada: "**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL ADOBE REFORZADO CON PLUMAS DE AVE Y EL ADOBE CONVENCIONAL, CASERIO DE CHURAP, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, HUARAZ, 2022**", asesorado por el **Dr. PEDRO ALEJANDRO COLONIA CERNA**, Escuchada la sustentación y las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

APROBADA

CON EL CALIFICATIVO (*)

QUINCE (15)

En consecuencia, queda en condición de ser calificado APTO por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias y por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" y recibir el Título de **INGENIERO AGRICOLA**, de conformidad con la Ley Universitaria y el Estatuto de la Universidad.

Huaraz, 18 de Enero de 2024.

Dr. TITO MONER TINOCO MEYHUAY

PRESIDENTE

Mag. JAVIER ALBERTO COTOS VERA

SECRETARIO

Mag. EUGENIO JULIÁN MEJIA ZÚÑIGA

VOCAL

Dr. PEDRO ALEJANDRO COLONIA CERNA

ASESOR

(*) De acuerdo con el Reglamento de Tesis, éstas deben ser calificadas con términos de: APROBADO CON EXCELENCIA (19 - 20), APROBADO CON DISTINCIÓN (17 - 18), APROBADO (14 - 16), DESAPROBADO (00 - 13).





UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CIUDAD UNIVERSITARIA DE SHANCAYÁN TELÉFAX 043 426 588 - HUARAZ - ANCASH - PERÚ



ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Los miembros del jurado, luego de evaluar la tesis denominada "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE REFORZADO CON PLUMAS DE AVE Y EL ADOBE CONVENCIONAL, CASERÍO DE CHURAP, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, HUARAZ, 2022", presentado por la Bachiller en Ciencias de Ingeniería Agrícola CESIA KAREN CACHA LÁZARO, sustentada el 18 de Enero del 2024, con Resolución Decanatural N° 063-2024 - UNASAM - FCA, la declaramos CONFORME.

Huaraz, 18 de Enero de 2024.

Dr. TITO MONER TINOCO MEYHUAY
PRESIDENTE

Mag. JAVIER ALBERTO COTOS VERA
SECRETARIO

Mag. EUGENIO JULIAN MEJIA ZUÑIGA
VOCAL

Dr. PEDRO ALEJANDRO COLONIA CERNA
ASESOR



Anexo de la R.C.U N° 126 -2022 -UNASAM
ANEXO 1
INFORME DE SIMILITUD.

El que suscribe (asesor) del trabajo de investigación titulado:

Presentado por:

con DNI N°:

para optar el Título Profesional de:

Informo que el documento del trabajo anteriormente indicado ha sido sometido a revisión, mediante la plataforma de evaluación de similitud, conforme al Artículo 11 ° del presente reglamento y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de : de similitud.

Evaluación y acciones del reporte de similitud de los trabajos de los estudiantes/ tesis de pre grado (Art. 11, inc. 1).

Porcentaje		Evaluación y acciones	Seleccione donde corresponda <input checked="" type="radio"/>
Trabajos de estudiantes	Tesis de pregrado		
Del 1 al 30%	Del 1 al 25%	Esta dentro del rango aceptable de similitud y podrá pasar al siguiente paso según sea el caso.	
Del 31 al 50%	Del 26 al 50%	Se debe devolver al estudiante o egresado para las correcciones con las sugerencias que amerita y que se presente nuevamente el trabajo.	
Mayores a 51%	Mayores a 51%	El docente o asesor que es el responsable de la revisión del documento emite un informe y el autor recibe una observación en un primer momento y si persistiese el trabajo es invalidado.	

Por tanto, en mi condición de Asesor/ Jefe de Grados y Títulos de la EPG UNASAM/ Director o Editor responsable, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del software anti-plagio.

Huaraz,



FIRMA

Apellidos y Nombres: _____

DNI N°: _____

Se adjunta:

1. Reporte completo Generado por la plataforma de evaluación de similitud

DEDICATORIA

A los que han iluminado mi camino con su amor, su apoyo y su fe, este trabajo les está dedicado.

A mi familia, que siempre ha estado ahí para mí, con su amor incondicional y su apoyo inquebrantable. A mis amigos, que han compartido conmigo risas, lágrimas y momentos inolvidables. Y a todos aquellos que han creído en mí, animándome a perseguir mis sueños con valentía.

Que estas palabras expresen la gratitud que siento por tenerlos en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Deseo mostrar mi profundo agradecimiento a todos aquellos que han sido parte de esto contribuyendo de formas invaluable en cada etapa de este proceso.

A mi familia, por su apoyo incondicional, paciencia y amor constantes. Su aliento ha sido mi fortaleza en momentos de duda y su celebración en cada logro ha sido mi inspiración.

A mis profesores y mentores, por compartir su conocimiento y experiencia de manera generosa. Sus enseñanzas han guiado mis pasos y han ampliado mi horizonte intelectual.

A todos aquellos que participaron en mi investigación, por su valioso tiempo y contribuciones. Sin su generosidad, este proyecto no habría sido posible.

Cada uno de ustedes ha dejado una huella imborrable en este viaje, y este agradecimiento apenas refleja la profundidad de mi gratitud. Espero que este proyecto pueda servir como un pequeño testimonio de mi aprecio por su apoyo constante y su confianza en mí.

LISTA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
DE CONTENIDO	iii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Planteamiento y formulación del problema.....	2
1.1.1.	Identificación del problema.....	2
1.1.2.	Contextualización del problema.....	4
1.1.3.	Formulación del problema.....	4
1.2.	Objetivos.....	5
1.2.1.	Objetivo General.....	5
1.2.2.	Objetivos Específicos.....	5
1.3.	Justificación.....	5
1.3.1.	Justificación social.....	6
1.3.2.	Justificación económica.....	6
1.3.3.	Justificación Técnica.....	6
1.3.4.	Justificación ambiental.....	6
1.4.	Delimitación.....	6
II.	MARCO TEÓRICO.....	8
2.1.	Antecedentes de investigación.....	8
2.1.1.	Internacionales.....	8
2.1.2.	Nacional.....	9
2.1.3.	Regional y/o local.....	10
2.2.	Bases Teóricas.....	11
2.2.1.	Plumas de ave (pollo).....	11
2.2.2.	Adobe.....	15
2.3.	Definición de términos.....	35
2.3.1.	Adobe.....	35
2.3.2.	Fibra:.....	35
2.3.3.	Pluma de Ave (pollo):.....	35
2.3.4.	Resistencia a la compresión:.....	35
2.3.5.	Absorción de agua:.....	35
2.3.6.	Succión:.....	35
2.4.	Hipótesis.....	36
2.5.	Variables.....	36
2.5.1.	Independiente.....	36

2.5.2.	Dependiente	36
III.	METODOLOGÍA.....	37
3.1.	Tipo y nivel de investigación	37
3.1.1.	Tipo de Investigación	37
3.1.2.	Nivel de investigación	37
3.1.3.	Método de Investigación	37
3.2.	Diseño de investigación.....	37
3.2.1.	Tipo de diseño de investigación	38
3.2.2.	Plan de recolección de datos.....	38
3.3.	Población y muestra	39
3.3.1.	Tamaño poblacional	39
3.3.2.	Tamaño muestra	39
3.3.3.	Unidad de análisis.....	42
3.4.	Hipótesis	42
3.4.1.	Hipótesis descriptiva	42
3.4.2.	Hipótesis estadística	42
3.4.3.	Comparación de la hipótesis planteada	43
3.4.4.	Coefficiente de variación	43
3.4.5.	Prueba de Duncan.....	43
3.5.	Técnicas de instrumentos de recolección de datos	44
3.5.1.	Técnicas de recolección de datos.....	44
3.5.2.	Instrumentos de recolección de Datos	44
3.6.	Plan de procesamiento y análisis estadístico de datos	45
3.6.1.	Plan de procesamiento de datos.....	45
3.6.2.	Procedimiento de recolección de datos	48
3.6.3.	Procesamiento de los datos y análisis estadístico.....	100
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	136
4.1.	Resultado de las pruebas de campo para selección de suelos apropiados.....	136
4.1.	Resultado del Ensayo de Laboratorio al suelo.....	136
4.1.1.	Contenido de Humedad:	136
4.1.2.	Límites de consistencia de Atterberg:	137
4.1.3.	Análisis granulométrico:	138
4.2.	Resultado del Ensayo de Propiedades físicas del adobe	138
4.2.1.	Alabeo:	138

4.2.2.	Succión:	139
4.2.3.	Absorción:	140
4.3.	Resultados del Ensayo de Resistencia a la compresión.....	141
4.4.	Resultados estadísticos	142
4.5.	Contrastación de hipótesis.....	144
4.6.	Discusión	145
4.6.1.	Propiedades para clasificación del suelo.	145
4.6.2.	Propiedades físicas y mecánicas del adobe	146
4.6.3.	Resistencia a la compresión.....	147
4.6.4.	Resultados estadísticos.....	147
V.	CONCLUSIONES.....	149
VI.	RECOMENDACIONES	151
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	152
VIII.	ANEXOS	157

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Plumas de una granja avícola.....	12
Figura 2	Partes de la pluma	13
Figura 3	Tipos de plumas	14
Figura 4	Adobe (Caserío de Churap).....	16
Figura 5	Prueba de la botella.....	24
Figura 6	Prueba de plasticidad (prueba del rollo)	25
Figura 7	Prueba “presencia de arcilla” o “resistencia seca”	26
Figura 8	Fabricación de las gaveras y dimensión de las gaveras	28
Figura 9	Zarandeo del suelo	29
Figura 10	Mezcla del suelo	29
Figura 11	Apisonado y reserva del barro con paja	30
Figura 12	Remojar la gavera	30
Figura 13	Bola de barro en la gavera.....	31
Figura 14	Rellenado de la gavera y compactado.....	31
Figura 15	Emparejamiento del barro con una regla	32
Figura 16	Desmoldado del adobe	32
Figura 17	Adobes en parte seca.....	33
Figura 18	Tendal para proteger al adobe los primeros días.....	33
Figura 19	Adobe puesto de canto para su secado.....	34
Figura 20	Prueba de resistencia del adobe	34
Figura 21	Dimensiones de la unidad de adobe rectangular 0.40 x 0.20 x 0.12 m.....	41
Figura 22	Dimensiones de la unidad de adobe cuadrangular de 0.10 x 0.10 x 0.10 m.	42

Figura 23 Avícolas de la Ex Parada Quillcay (Cono aluviónico)	48
Figura 24 Plumas de ave (pollo).....	48
Figura 25 Lavado y limpieza de las plumas de ave (pollo).....	49
Figura 26 Plumas de ave pollo puesto a secar después del lavado.....	49
Figura 27 Parcelas enumeradas	50
Figura 28 Vista aérea.....	51
Figura 29 Ubicación del área.....	51
Figura 30 Ubicación de la cantera	52
Figura 31 Excavación de las calicatas	53
Figura 32 Profundidad de las calicatas	53
Figura 33 Excavación de la calicata 01 – Muestra 01	53
Figura 34 Muestra 01	54
Figura 35 Excavación de la calicata 02 - Muestra 02.....	54
Figura 36 Muestra 02	54
Figura 37 Muestra de suelo para la prueba granulométrica de la botella.....	55
Figura 38 Cintas de barro	57
Figura 39 Cintas de barro	57
Figura 40 Bolas de barro para probar la resistencia de la arcilla.....	58
Figura 41 Pesado del suelo de cada muestra representativa de cada calicata	59
Figura 42 Muestra representativa llevada al horno por 24 horas.	59
Figura 43 Pesado y lavado de la muestra para el análisis granulométrico.	62
Figura 44 Tamizado del suelo	63
Figura 45 Tamizado hasta la malla N° 200	63
Figura 46 Tamizado hasta la malla N° 200	67
Figura 47 Pesado de la muestra obtenida de la cuchara de Casagrande.....	67
Figura 48 Presentación de las muestras del límite líquido.	67
Figura 49 Presentación de bolitas amasadas.	70
Figura 50 Presentación de las muestras del límite líquido.	70
Figura 51 Presentación de las muestras del límite líquido.	71
Figura 52 Remoción del suelo orgánico, profundidad de excavación de 10 cm.....	73
Figura 53 Excavación de suelo para la mezcla que se usó para la fabricación de los adobes convencionales y reforzados con 2%, 3% y 5%.	73
Figura 54 Parcelación del suelo para la preparación de las mezclas del adobe convencional y el adobe reforzado con plumas de ave (pollo) con dosificación del 2%, 3% y 5%.	74
Figura 55 Dosificación del suelo con el 5% y 3% de plumas de ave (pollo).....	74
Figura 56 Dosificación del 2% de plumas de ave (pollo) y paja.....	74
Figura 57 Mezcla del barro con paja y barro con dosificación de 2%, 3% y 5% de pluma de ave (pollo) que se dejó dormir por 48 horas.	75
Figura 58 Adoberas de madera humedecidas antes de comenzar con la fabricación de los adobes.	76
Figura 59 Disposición de la mezcla de barro para la elaboración de los adobes	77
Figura 60 Elaboración de muestras representativas de 10 cm x 10 cm x 10 cm.....	78

Figura 61 Dimensiones de la adobera para las muestras representativas de 10 cm x 10 cm x 10 cm	78
Figura 62 Elaboración de las muestras representativas de 40 cm x 20 cm x 12 cm de adobe convencional y conforme a su dosificación de plumas de ave (pollo)	78
Figura 63 Dimensiones de la adobera de madera para adobes de 40 cm x 20 cm x 12 cm.	79
Figura 64 Unidades de adobe convencional, adobe con 2% 3% y 5% de plumas de ave (pollo) listas para su secado.	79
Figura 65 Medida de la concavidad del adobe	81
Figura 66 Pesado de los adobes antes del ensayo	85
Figura 67 Se colocó el adobe en la bandeja con agua durante 60 segundos	85
Figura 68 Se retiró el adobe de la bandeja para visualizar la absorción.....	86
Figura 69 Pesado de los adobes antes del ensayo	91
Figura 70 Adobe sumergido durante 1 hora	91
Figura 71 Adobe retirado después de 1 hora de sumersión.....	92
Figura 72 Muestra de adobe de 10x10x10 cm sometido a compresión	96
Figura 73 Muestra de adobe que superó la fuerza de rotura por compresión.....	96

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Esquema del plan de Recolección de datos	38
Gráfico 2 Esquema del plan de procesamiento de datos	46
Gráfico 3 Esquema del plan de procesamiento de datos	47
Gráfico 4 Diagrama de barras del contenido de humedad – C- 01.....	104
Gráfico 5 Diagrama de barras del contenido de humedad – C - 02.....	105
Gráfico 6 Gráfico del límite líquido de la muestra de suelo – C 01	108
Gráfico 7 Gráfico del límite líquido de la muestra de suelo – C 02.....	109
Gráfico 8 Curva Granulométrica	116
Gráfico 9 Sistema de clasificación SUCS mediante el ábaco de Casagrande	117
Gráfico 10 Gráfico del límite líquido de la muestra de suelo – C 02.....	137
Gráfico 11 Resultados – ensayo alabeo	139
Gráfico 12 Resultados – ensayo succión	140
Gráfico 13 Resultados – ensayo absorción.....	141
Gráfico 14 Resultados – ensayo de resistencia a la compresión	142
Gráfico 15 Gráfico de comparación de medias de cada tratamiento	143

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Unidades de muestra de estudio	39
Tabla 2 Unidades de muestra de estudio	40
Tabla 3 Dimensiones de la muestra de estudio.....	40

Tabla 4	Dimensiones de la muestra de estudio para el ensayo de resistencia a la compresión.....	41
Tabla 5	Descripción de la Norma técnica vigente aplicada en el desarrollo de la presente investigación.....	45
Tabla 6	Cuadro de coordenadas UTM – PSAD 56 de la parcela seleccionada aleatoriamente.....	52
Tabla 7	Toma de datos de la prueba de campo – prueba granulométrica de la botella.....	56
Tabla 8	Toma de Datos del ensayo de contenido de humedad de la C-01.....	60
Tabla 9	Toma de datos del ensayo de contenido de humedad de la C-02.....	61
Tabla 10	Toma de datos del tamizado de la C-01.....	64
Tabla 11	Toma de datos del tamizado de la C-02.....	65
Tabla 12	Toma de Datos del ensayo de límite líquido de la C-01.....	68
Tabla 13	Toma de Datos del ensayo de límite líquido de la C-02.....	69
Tabla 14	Toma de Datos del ensayo de límite plástico de la C-01.....	71
Tabla 15	Toma de Datos del ensayo de límite plástico de la C-02.....	72
Tabla 16	Dosificación de fibra pluma de ave (pollo) para cada adobe rectangular de dimensiones 40 x 20 x 10.....	75
Tabla 17	Dosificación de fibra de pluma de ave (pollo) para cada adobe rectangular de dimensiones 40.....	76
Tabla 18	Toma de Datos del ensayo alabeo del adobe convencional.....	81
Tabla 19	Toma de Datos del ensayo alabeo del adobe reforzado con 2% de plumas de ave.....	822
Tabla 20	Toma de Datos del ensayo alabeo del adobe reforzado con 3% de pluma de ave.....	833
Tabla 21	Toma de Datos del ensayo alabeo del adobe reforzado con 5% de pluma de ave.....	844
Tabla 22	Toma de Datos del ensayo de succión del convencional.....	877
Tabla 23	Toma de Datos del ensayo de succión del adobe reforzado con 2% de pluma de ave.....	888
Tabla 24	Toma de Datos del ensayo de succión del adobe reforzado con 3% de pluma de ave.....	89
Tabla 25	Toma de Datos del ensayo de succión del adobe reforzado con 5% de pluma de ave.....	900
Tabla 26	Toma de Datos del ensayo de absorción del adobe convencional.....	922
Tabla 27	Toma de Datos del ensayo de absorción del adobe reforzado con 2% de pluma de ave.....	9393
Tabla 28	Toma de Datos del ensayo de absorción del adobe reforzado con 3% de pluma de ave.....	944
Tabla 29	Toma de Datos del ensayo de absorción del adobe reforzado con 5% de pluma de ave.....	955
Tabla 30	Toma de Datos del ensayo de resistencia a la compresión.....	977
Tabla 31	Toma de datos del ensayo de resistencia a la compresión del adobe reforzado con 2% de pluma de ave.....	988

Tabla 32 Toma de Datos del ensayo de resistencia a la compresión del adobe reforzado con 3% de pluma de ave.	99
Tabla 33 Toma de Datos del ensayo de resistencia a la compresión del adobe reforzado con 5% de pluma de ave.	100
Tabla 34 Cálculo de datos	101
Tabla 35 Cálculo de datos de la prueba de campo de la prueba de cinta de barro.	102
Tabla 36 Cálculo de datos de la prueba de campo – prueba de la resistencia seca.	103
Tabla 37 Cálculo de Datos del ensayo de contenido de humedad en la calicata 01 (C-01).	104
Tabla 38 Cálculo de Datos del ensayo de contenido de humedad en la calicata 01 (C-01).	105
Tabla 39 Cálculo de Datos del ensayo de laboratorio de límite líquido C-01.....	107
Tabla 40 Cálculo de Datos del ensayo de laboratorio de límite líquido C-02.....	108
Tabla 41 Contenido de humedad de los suelos a los 25 golpes.....	109
Tabla 42 Contenido de humedad de los suelos de la muestra C-01.	111
Tabla 43 Contenido de humedad de los suelos de la muestra C-02.	112
Tabla 44 Contenido de humedad de los suelos.....	112
Tabla 45 Índice de plasticidad	113
Tabla 46 Análisis granulométrico de la Muestra 01.	114
Tabla 47 Análisis granulométrico de la Muestra 02.....	115
Tabla 48 Cálculo del alabeo del adobe convencional.....	118
Tabla 49 Cálculo del alabeo del adobe reforzado con 2% de pluma de ave (pollo).....	119
Tabla 50 Cálculo del alabeo del Adobe Reforzado con 3% de pluma de ave (pollo).	120
Tabla 51 Cálculo del alabeo del adobe reforzado con 5% de pluma de ave (pollo).....	121
Tabla 52 Cálculo de succión del adobe convencional	122
Tabla 53 Cálculo de succión del adobe reforzado con 2% de pluma de ave (pollo).....	123
Tabla 54 Cálculo de succión del adobe reforzado con 3% de pluma de ave (pollo).....	124
Tabla 55 Cálculo de succión del adobe reforzado con 3% de pluma de ave (pollo).....	125
Tabla 56 Cálculo de absorción del adobe convencional.....	127
Tabla 57 Cálculo de absorción del adobe reforzado con 2% de pluma de ave (pollo)....	128
Tabla 58 Cálculo de absorción del adobe reforzado con 3% de pluma de ave (pollo)....	129
Tabla 59 Cálculo de absorción del adobe reforzado con 5% de pluma de ave (pollo)....	130
Tabla 60 Determinación de la fuerza resistente a la compresión del adobe convencional.	132
Tabla 61 Determinación de la fuerza resistente a la compresión del adobe reforzado con 2% de pluma de ave (pollo).	133
Tabla 62 Determinación de la fuerza resistente a la compresión del adobe reforzado con 3% de pluma de ave (pollo).	134
Tabla 63 Determinación de la fuerza resistente a la compresión del adobe reforzado con 5% de pluma de ave (pollo).	135
Tabla 64 Resultado de las pruebas de campo	136
Tabla 65 Resultado de la gradación del suelo	137
Tabla 66 Resultado de la gradación del suelo	138
Tabla 67 Resultados estadísticos de la media de los tratamientos.....	143

Tabla 68 Análisis de varianza para la compresión de los bloques	144
Tabla 69 Prueba de Duncan para la compresión de los bloques.....	144

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Selección de la cantera mediante la selección aleatoria.	157
Anexo 2 Certificación de resultados del ensayo de Resistencia a la compresión del adobe convencional.	158
Anexo 3 Certificación de resultados del ensayo de Resistencia a la compresión del adobe reforzado con 2% de plumas de ave (pollo).	159
Anexo 4 Certificación de resultados del ensayo de Resistencia a la compresión del adobe reforzado con 3% de plumas de ave (pollo)..	160
Anexo 5 Certificación de resultados del ensayo de Resistencia a la compresión del adobe reforzado con 5% de plumas de ave (pollo)..	161

RESUMEN

El propósito de este trabajo de investigación consistió en llevar a cabo un análisis comparativo de las características mecánicas entre el adobe convencional y el adobe reforzado con plumas de ave (pollo), elaborados en el caserío de Churap. El adobe es un material común en la zona, y se utilizó como base para este estudio. Se evaluó la resistencia a la compresión de los adobes reforzados con plumas de ave (pollo) en proporciones del 2%, 3% y 5%, en contraste con el adobe convencional.

La elaboración del adobe siguió las pautas de la Norma E 080 (2017), lo que permitió obtener resultados esperados. Para realizar los ensayos se prepararon muestras de acuerdo a las dimensiones establecidas en la norma. Las muestras para los ensayos de alabeo, succión y absorción tuvieron 40 cm de largo, 20 cm de ancho y 12 cm de alto. Para el ensayo de resistencia a la compresión, las muestras fueron 10 cm x 10 cm x 10 cm.

Los resultados de los ensayos en el laboratorio mostraron que los adobes reforzados con un 5% de plumas de ave (pollo) obtuvieron una resistencia a la compresión promedio de 11.27 kgf/cm². En comparación, los adobes convencionales obtuvieron una resistencia a la compresión promedio de 6.68 kgf/cm², que no cumple con el valor mínimo establecido en la Norma E 080 (2017), que es de 10.5 kgf/cm².

Palabras claves: adobe, plumas de ave (pollo), propiedades mecánicas, composición, resistencia a la compresión.

ABSTRACT

The purpose of this research project was to conduct a comparative analysis of the differences in mechanical characteristics between conventional adobe and adobe reinforced with chicken feathers, made in the Churap hamlet. Adobe is a common building material in the area, and it was used as the basis for this study. The compressive strength of adobes reinforced with chicken feathers in proportions of 2%, 3%, and 5% was evaluated, compared to conventional adobe.

The manufacture of adobe followed the guidelines of the Norma E 080 (2017), which allowed for expected results. Samples were prepared according to the dimensions established in the standard to perform the tests. The samples for the tests of warping, suction, and absorption were 40 cm long, 20 cm wide, and 12 cm high. For the compressive strength test, the samples were 10 cm x 10 cm x 10 cm.

The results of the laboratory tests showed that adobes reinforced with 5% chicken feathers obtained an average compressive strength of 11.27 kgf/cm². In comparison, conventional adobes obtained an average compressive strength of 6.68 kgf/cm², which does not meet the minimum value established in the Norma E 080 (2017), which is 10.5 kgf/cm².

Keywords: adobe, bird feathers (chicken), mechanical properties, composition, compression strength.

I. INTRODUCCIÓN

El adobe es utilizado como material de construcción desde tiempos antiguos, permitiendo la edificación de viviendas, monumentos y estructuras que perduran hasta la actualidad, con el propósito de proporcionar refugio y seguridad.

Este material compuesto de manera natural y sostenible se crea mediante la mezcla de arena, arcilla, fibras naturales y agua. Esta combinación, junto con el proceso de secado y compactación, resulta en la formación de bloques resistentes. Su producción y uso no emiten sustancias perjudiciales al medio ambiente, lo que lo convierte en una alternativa de construcción respetuosa con el entorno.

Según el Censo Nacional de Población y Vivienda (INEI, 2017) en Perú, existen 2,148,494 viviendas, equivalentes al 30.81% de las viviendas censadas a nivel nacional, que predominan en su construcción con adobe o tapial. La disponibilidad y bajo costo de este material permiten que la población utilice técnicas de mampostería en sus construcciones. No obstante, debido a la gran masa, baja resistencia y a la elaboración informal sin un equilibrio adecuado entre arena y arcilla, el adobe resulta vulnerable para enfrentar desafíos de construcción modernos. Además, la exposición a la humedad y erosión disminuye su resistencia ante cargas y demandas externas, lo que lo hace susceptible a movimientos sísmicos, condiciones climáticas extremas y otros problemas en su producción.

La inclusión de plumas de ave en la mezcla de adobe ofrece diversos beneficios. En primer lugar, estas plumas actúan como fibras naturales, fortaleciendo la estructura del adobe y reduciendo la probabilidad de agrietamiento o colapso con el paso del tiempo. Al proporcionar refuerzo interno, las plumas incrementan la cohesión de los materiales que conforman el adobe, especialmente durante el proceso de secado y endurecimiento. Además de brindar refuerzo mecánico, las plumas mejoran las propiedades térmicas y acústicas del adobe. Al quedar atrapadas en los poros del material, actúan como aislante natural, disminuyendo la transferencia de calor y sonido.

Esto puede llevar a una mayor eficiencia energética en las construcciones realizadas con adobe reforzado con plumas.

Es relevante resaltar que la cantidad de plumas en la mezcla puede variar según la preferencia del constructor y las características del suelo local. Un exceso de plumas podría afectar negativamente la cohesión del adobe, mientras que una cantidad adecuada puede significativamente mejorar sus propiedades físicas y mecánicas. El uso de plumas de ave en la fabricación de adobes es una opción viable y respetuosa con el medio ambiente.

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Identificación del problema

En la construcción rural el material que predomina es el adobe (Oshiro Higa, 1990), una de las técnicas más sostenibles con el medio ambiente en la construcción (Arteaga, K., Medina, O., & Gutiérrez, O., 2011). Además, el adobe ha evolucionado en términos de su ubicación geográfica, recursos disponibles y necesidades humanas, lo que ha dado lugar a una variedad de sistemas constructivos (Díaz-Torres et al., 2019).

El adobe es un material de construcción tradicional fabricado con arcilla y agua, sin cocer. Según la Norma E.080 (2017), los elementos principales del adobe son la arcilla y el agua, a los que se pueden añadir fibras naturales vegetales, animales o sintéticas para mejorar sus características mecánicas. La mezcla de tierra para hacer adobes debe tener una proporción cercana del 10 al 20 % arcilla; limo del 15 al 25% y arena del 55 al 70%, evitando suelos orgánicos. Estos valores pueden variar en la fabricación de adobes estabilizados.

Los adobes, ladrillos de barro crudo, se fabrican llenando moldes con barro de diferentes consistencias. En el mundo, existen diversos tamaños y formas de adobes. En América Latina, las medidas son 38 x 38 x 8 cm o 40 x 20 x 10 cm, que tienen una relación proporcional de 1:1/2:1/4 en relación con la dimensión más grande, según Minke (2005, p.22) y la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (2004).

La Norma Peruana E.080 (2017) en el Artículo 18 “*Formas y dimensiones*” establece que los adobes pueden ser cuadrados o rectangulares, y en casos particulares deben tener ángulos iguales a 90°. Los adobes cuadrados no deben

exceder los 40 cm de lado, y los adobes rectangulares deben tener el doble de largo que de ancho. La altura debe estar entre 8 cm y 12 cm.

Sin embargo, a pesar de que el adobe es ecológicamente amigable, su resistencia a la degradación externa puede ser comprometida debido a la falta de formalidad en el proceso de preparación, lo que resulta en problemas estructurales en las viviendas, causando pérdida económica y riesgos para las personas.

Por lo tanto, para mejorar las propiedades mecánicas del adobe tradicional, se deben identificar componentes que puedan agregarse en su fabricación (Hernandez et al., 2015).

Ortiz (2006) sugiere que una opción es la estabilización con fibras, ya que crean un andamiaje interno que mejora la distribución de tensiones en la matriz del adobe, aumentando la resistencia a la flexión y al corte, y previniendo la retracción. Por tanto, las fibras han estado presentes en materiales con usos estructurales (Sika, 2014).

Las propiedades mecánicas de las mezclas reforzadas con fibras dependen de las propiedades de las fibras y de cómo la fase matriz transfiere la carga aplicada a la fibra. La transición de interfaz entre la fase matriz y la fase de fibra es crucial para la transferencia de carga. Cuando se somete a un esfuerzo de tracción, la unión de las fibras a la matriz se rompe en los extremos, dejando la matriz en tensión y evitando la transferencia de carga desde el extremo de la fibra (Muñoz Cebrián , 2011)

Las fibras se utilizan en la fabricación de adobes para mejorar su resistencia y durabilidad. Las fibras actúan como estabilizadores, controlando la expansión y contracción del adobe durante el fraguado. Esto se debe a que las fibras forman una red que mantiene unido los componentes del adobe. Las fibras artificiales más comunes son la fibra de vidrio y el polipropileno. Además de estabilizar, las fibras también ayudan a prevenir la aparición de grietas y mantienen su efecto a lo largo del tiempo, también conectan estructuras y las vuelven más flexibles ante movimientos sísmicos (Arteaga, K., Medina, O., & Gutiérrez, O., 2011).

1.1.2. Contextualización del problema

A nivel Nacional según INEI (2017) en su informe “*Censos Nacionales de Población y vivienda*” existen 2 148 494 viviendas con material predominante de adobe o tapial que corresponde al 30.81% de viviendas censadas a nivel nacional.

En la región Ancash, existen 141 794 viviendas de material adobe o tapial, en la provincia de Huaraz existen 21 788 viviendas, en el Distrito de Independencia 9 003 viviendas y en el Caserío de Churap existen 170 viviendas cuyo material predominante es el de adobe o tapial.

Debido a la fácil obtención de materiales en el entorno y su bajo costo, los habitantes tienen la oportunidad de utilizar métodos de construcción. En este contexto, la mampostería de adobe implica crear bloques de adobe que se unen mediante un mortero de barro. Sin embargo, debido a la alta densidad y limitada resistencia del material, así como a la informalidad en su producción, no logran alcanzar un equilibrio adecuado entre componentes como arenas y arcillas. Además, al estar expuestos a la humedad y la erosión, pierden su capacidad de resistir cargas de gravedad y demandas externas. Esto los hace particularmente vulnerables ante movimientos sísmicos, condiciones climáticas extremas y otros problemas inherentes a la manufactura del adobe.

Por consiguiente, con la finalidad de mejorar la resistencia de este tipo de residencias ante posibles eventos sísmicos, condiciones climáticas extremas o influencias externas, sería recomendable utilizar adobes mejorados en su edificación, los cuales presentan características superiores a las del adobe convencional.

1.1.3. Formulación del problema

¿Cómo será la variación de las propiedades mecánicas del adobe reforzado con plumas de ave (pollo) respecto a las propiedades mecánicas del adobe convencional, caserío de Churap, distrito de Independencia, Huaraz, 2022?

1.2. Objetivos

1.2.1. *Objetivo General*

Analizar comparativamente la variación de las propiedades mecánicas del adobe reforzado con plumas de ave (pollo) respecto a las propiedades del adobe convencional, caserío de Churap, distrito de Independencia, Huaraz, 2022.

1.2.2. *Objetivos Específicos*

- Determinar las propiedades del suelo a emplear y verificar que cumple con la gradación del suelo establecido en la Norma E.080.
- Determinar las propiedades físicas y mecánicas del adobe reforzado con plumas de ave con 2%, 3% y 5% de plumas de ave (pollo).
- Determinar la variación en la resistencia a la compresión de un adobe convencional con el adobe reforzado con plumas de ave (pollo).

1.3. Justificación

Uno de los problemas con los que cuenta el caserío de Churap es que se desconoce el tipo de suelo que se utiliza para la elaboración del adobe, así como su resistencia posterior al secado. Por otra parte, el desconocimiento de criterios técnicos en la dosificación de los materiales y el predimensionamiento conlleva a la precariedad durante la elaboración de la masa y como consecuencia el adobe podría tener un comportamiento inadecuado a causa de factores externos tales como fenómenos naturales y antrópicos, sufriendo rajaduras y/o considerarse una amenaza a la integridad física del ser humano; en concordancia a ello, el caserío de Churap que conforma parte de la zona sierra de Ancash no es ajeno a ésta problemática ya que por su misma ubicación geográfica el material predominante en las construcciones al 90% es el adobe, evidentemente son datos que reflejan un grado de problema que es alarmante de forma pasiva que se verá activada a raíz de algún fenómeno sísmico; en efecto, la presente investigación en aras de mejorar la calidad del adobe tiene por objetivo principal de determinar las propiedades mecánicas del adobe adicionado con plumas de ave (pollo) en varios tipos de muestras.

1.3.1. Justificación social

El estudio que se llevará a cabo proporcionará innovadoras metodologías para fortalecer la durabilidad del adobe, siguiendo los criterios definidos por la Norma E.080 sobre el diseño y construcción utilizando plumas de aves (pollo). Esto permitirá abordar cuestiones tanto físicas como mecánicas asociadas con el adobe y buscar soluciones efectivas.

1.3.2. Justificación económica

Este proyecto no demanda una inversión considerable de recursos financieros. La fabricación de este material se apoya en una abundante disponibilidad de materias primas locales, y su producción se lleva a cabo por un equipo calificado utilizando recursos disponibles en la zona. Esta aproximación también conlleva la eliminación de costos asociados al transporte y la contratación de mano de obra externa.

1.3.3. Justificación Técnica

Las fibras naturales de origen animal se pueden utilizar para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los adobes tradicionales. Esta nueva tecnología podría ayudar a fortalecer las unidades de adobe y contribuir al desarrollo del conocimiento sobre el uso de estas fibras.

1.3.4. Justificación ambiental

Dentro de nuestro entorno se ve la mala eliminación de las plumas de ave luego del desplume en el proceso de industrialización del pollo, el cual es arrojado en las quebradas, ríos, peor aún abandonadas en las calles que actualmente representan una tasa de contaminación ambiental y bacteriana, muchos de estos desechos orgánicos trasladadas a una planta de tratamiento; por ello a través de ésta técnica que reemplaza la pluma de ave (pollo) a la paja se reducirá considerablemente el impacto ambiental.

1.4. Delimitación

Este estudio se realizó en el caserío de Churap, parte del Centro Poblado de Monterrey, situado en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz. En el

lapso que abarca desde marzo de 2022 hasta noviembre de 2022, se llevará a cabo una evaluación de las propiedades mecánicas tanto del adobe convencional como del adobe reforzado mediante la incorporación de plumas de ave (pollo). Estas evaluaciones se efectuarán tanto en la temporada invernal como en la estival.



II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de investigación

2.1.1. Internacionales

En 2018, los tesisistas Chuya Sumba & Ayala Zumba presentaron el análisis de las propiedades mecánicas y físicas entre el adobe convencional y el adobe mejorado mediante la incorporación de fibra de vidrio. Los autores señalaron que el adobe es una técnica de construcción antigua y asequible, pero que tiene una densidad alta y una resistencia baja, lo que lo hace vulnerable a los movimientos sísmicos. Para mejorar las propiedades del adobe, los autores optaron por incorporar fibra de vidrio, un material rígido y resistente. Este proyecto de investigación implicó realizar un ensayo para evaluar la efectividad del uso de fibra de vidrio para fortalecer el adobe. Se realizaron diversos ensayos, entre ellos ensayos de compresión y flexión sobre unidades de adobe, así como ensayos sobre muros sometidos a compresión y compresión diagonal. Los hallazgos mostraron claramente que la adición de fibra de vidrio mejora significativamente la resistencia del adobe. En términos más simples, el adobe reforzado con fibras de vidrio puede soportar mayores cargas de ruptura antes de romperse, en comparación con el adobe tradicional. Con base en estos resultados, los investigadores concluyeron que las propiedades mejoradas del adobe reforzado se pueden atribuir a la incorporación de fibra de vidrio.

En 2019, los tesisistas Vaca Caicedo & Jaimes Contreras presentaron su tesis sobre el incremento de las propiedades mecánicas del adobe al emplear residuo vegetal de arroz, con el propósito de utilizarlo como material de construcción en viviendas rurales en la vereda J10 del municipio de Tibú. La tesis fue defendida en la Universidad Francisco Paula Santander, con el objetivo de aprovechar los recursos disponibles en el Departamento de Norte de Santander. Los autores realizaron ensayos en los que prepararon muestras de adobe con diferentes dosis de

arroz: 10%, 20%, 30% 40% y 50%. Los resultados mostraron que la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del adobe aumentaban con la incorporación de residuo vegetal de arroz hasta un 30%. Sin embargo, cuando la proporción de residuo vegetal de arroz era del 40% o 50%, se observaban fisuras y fracturas significativas. En conclusión, los autores de la tesis sugieren que la dosificación óptima para mejorar las propiedades mecánicas del adobe es agregar un 10% de residuo vegetal de arroz.

2.1.2. Nacional

En 2018, los ingenieros civiles Paytan Dueñas & Perez Salazar presentaron su tesis sobre la utilización de lana de oveja en la fabricación de ladrillos de tierra estabilizada destinados a la construcción. El objetivo del estudio fue determinar los efectos de la incorporación de la lana de oveja en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de adobe. Los investigadores hicieron ensayos de laboratorio en muestras de ladrillos con diferentes dosis de lana de oveja, desde 1%, 3%, 4%, 6%, 9% y 12%. Los hallazgos indicaron que la introducción de lana de oveja tiene un impacto favorable en la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión de los ladrillos. En resumen, los investigadores concluyeron que la inclusión de lana de oveja en los ladrillos de tierra estabilizada puede mejorar sus propiedades físicas y mecánicas. Los resultados del estudio cumplen con los requisitos establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones y la Norma E.070.

En 2019, la ingeniera Chuquillanqui Poma Sandra presentó su tesis sobre el efecto de la adición de fibra de polipropileno. La autora destacó que la región Junín, tiene un clima con frecuentes heladas y precipitaciones fluviales. Este clima es desafiante para las construcciones de adobe, que son frágiles y tienen poca resistencia a los movimientos sísmicos, lluvias intensas, inundaciones y otros fenómenos climáticos. El estudio de Chuquillanqui Poma (2019) utilizó un método de ensayo controlado para evaluar las propiedades de los adobes con diferentes cantidades de fibra de polipropileno. Los resultados mostraron que la fibra de polipropileno mejora la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión y la resistencia a la abrasión de los adobes. Además, la fibra de polipropileno cambia la absorción de agua y la contracción de los adobes lo que puede mejorar su

durabilidad. En conclusión, el estudio de Chuquillanqui Poma (2019) sugiere que la inclusión de fibra de polipropileno puede mejorar las propiedades físicas y mecánicas del adobe, lo que lo hace más resistente y duradero. Esto podría ayudar a incrementar la calidad de vida de las comunidades que construyen con adobe en regiones con climas desafiantes.

En 2019, el ingeniero Alfaro Carhuamaca presentó su tesis sobre la mejora de la estabilidad del adobe en Tunanmarca - Jauja mediante la aplicación de fibras sintéticas de polipropileno. Para ello, el autor realizó una serie de ensayos en muestras de adobe con diferentes proporciones de fibras sintéticas, los resultados mostraron que la incorporación de fibras sintéticas mejora la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción, la resistencia a la flexión, la resistencia al agua y la durabilidad del adobe. En conclusión, el estudio de Alfaro Carhuamaca (2019) se plantea que la adición de fibras sintéticas de polipropileno al adobe puede tener un efecto sustancial en el fortalecimiento de sus características físicas y mecánicas, otorgándole mayor resistencia y durabilidad. Esto podría tener un efecto beneficioso en la edificación de viviendas rurales, especialmente en regiones donde el adobe es un material de construcción tradicionalmente utilizado.

2.1.3. Regional y/o local

En el año 2018, los tesis Aburto Melendez & Bravo Rodriguez presentaron su tesis sobre la evaluación y contraste técnico de las propiedades entre el adobe tradicional y el adobe fortalecido mediante la inclusión de cenizas de bagazo de caña de azúcar. Esta presentación tuvo lugar en la Universidad Nacional del Santa. El propósito de su estudio es valorar las características de los bloques de adobe producidos mediante la inclusión de cenizas de bagazo de caña de azúcar como aditivo. En su investigación, los graduados consideraron diferentes porcentajes (5%, 10% y 15%) en peso de suelo seco de las cenizas de bagazo de caña de azúcar como componente adicional. Se prepararon muestras con dimensiones de 40x20x10 cm, 10x10x10 cm y 13.3x6.6x3.3 cm, además de probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura. Se realizaron varios ensayos, incluyendo pruebas de absorción y variabilidad dimensional para las muestras de 40x20x10 cm, ensayos de resistencia a la compresión para las muestras de 10x10x10 cm, pruebas de resistencia a la tracción en probetas de 15 cm y

resistencia a la compresión en muretes a partir de las muestras de 13.3x6.6x3.3 cm. No obstante, es esencial resaltar que este incremento en el desempeño conlleva un costo más elevado en comparación con la producción del adobe tradicional.

En 2019, el Ingeniero civil Rodríguez Cerna Jhon presentó su tesis sobre examen de la capacidad de resistencia del adobe mejorado mediante la adición de un 2% de fibra de maguey, llevado a cabo en el centro poblado de Pongor, Huaraz. El objetivo del estudio fue comparar la resistencia a la compresión del adobe reforzado con fibra de maguey al 2% con la del adobe convencional, utilizado en el centro poblado de Pongor, Huaraz. Para lograrlo, el autor realizó una prueba para medir la resistencia a la compresión en muestras de adobe que contenían cantidades variables de fibra de maguey. Los hallazgos indicaron que el adobe reforzado con una concentración del 2% de fibra de maguey cumple con los requisitos señalados en la Norma E.080. En conclusión, el estudio de Rodríguez Cerna (2019) sugiere que la adición del 2% de fibra de maguey al adobe puede mejorar su resistencia a la compresión. Esto podría tener un impacto positivo en la construcción tradicional.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. *Plumas de ave (pollo)*

Arvelo Reynoso (2011) en su tesis doctoral titulada “Incremento de la Tenacidad del Yeso mediante la Utilización de Plumas de Pollo” hizo referencia al hecho de que las plumas, son una característica única de las aves, se derivan de una estructura epidérmica que proviene de la piel. Estas estructuras son utilizadas por las aves para protegerse de las condiciones climáticas extremas y el frío. Se señaló también que las plumas son el único rasgo morfológico que distingue a las aves de otros animales. Arvelo Reynoso (2011) indicó que las plumas tienen una conexión evolutiva con las escamas de los reptiles, ya que ambas estructuras comparten similitudes en su desarrollo y están compuestas por la misma sustancia, la queratina, que también forma las uñas, el cabello y las escamas. La queratina es un polímero o resina natural con propiedades notables, como su ligereza, estabilidad mecánica y térmica, lo que la ha convertido en un enfoque de investigación para su uso en diversos productos. En función de la estructura del pelo, la queratina representa aproximadamente el 90-95% de su contenido. La utilización de

queratina en las plumas aporta ventajas, como mayor durabilidad y resistencia al entorno.

Según el estudio de Tintaya Rafael J.J (2020), las plumas de ave constituyen alrededor del 5% al 7% del peso total de un pollo adulto, con una longitud promedio de 6 cm a 9 cm.

Figura 1

Plumas de una granja avícola



2.2.1.1. Estructura de la pluma

Arvelo Reynoso (2011) menciona que la estructura de la pluma es muy compleja, pero se puede decir que es una hoja que se descompone en una gran cantidad de elementos, como fuste, espina, vexilo, antenas.

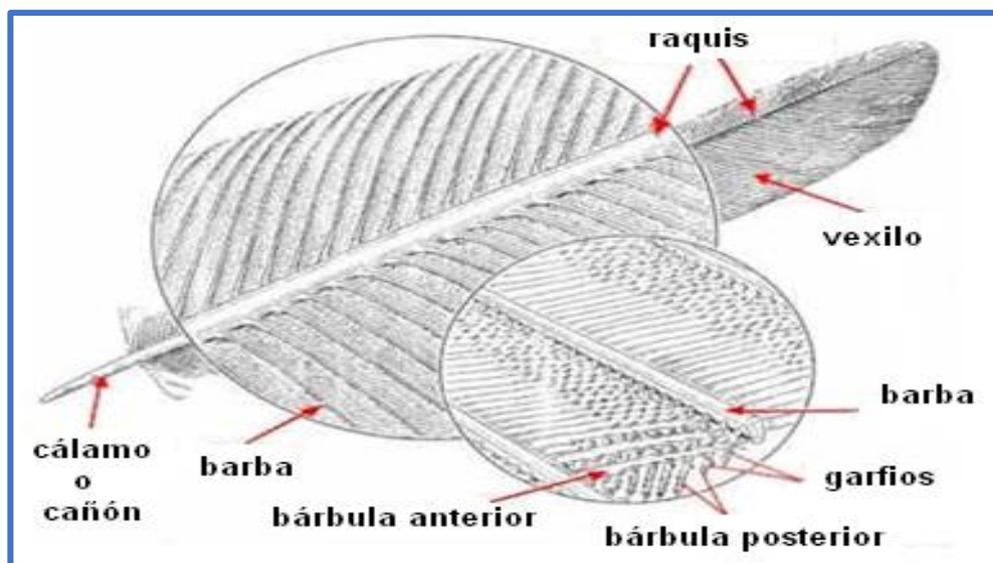
Como un típico bolígrafo que tiene un eje central que actúa como pivote y tiene la forma de una caña hueca, es liviano, pero al mismo tiempo proporciona la rigidez necesaria para mantenerse estable.

El hueso púbico es la parte del vello que se adhiere a la piel. El ombligo es el orificio en la parte inferior de la pluma donde se alimenta para crecer. Las bárbulas comienzan como placas delgadas y rectas perpendiculares a un eje llamado espinas, este es el cuerpo visible y de mayor área de la pluma, formado por una compleja red de garras, entretejidas con garras de espinas adyacentes, formando una compleja red

de vesículas. Las raíces crecen en el borde lateral de la rama, tienen una estructura similar a una hoja, divididas en partes opuestas.

Figura 2

Partes de la pluma



Nota: Adaptado de *estructura de la pluma* [Fotografía], por Fernbank Science Center. (<http://fsc.fernbank.edu/birding/feathers.htm>)

2.2.1.2. Tipos de plumas

Según Hernández Hernández (2011), se identifican diversos tipos de plumas que conforman el plumaje de las aves, descritos de la siguiente manera:

1. Tectrices: Cubren la totalidad del cuerpo de las aves, brindando una protección superficial contra elementos externos como la lluvia, la radiación solar y el roce.

2. Plumón: Son más pequeñas en comparación con las tectrices y tienen barbillas sueltas. Su función principal es evitar la pérdida de calor.

3. Remeras o rémiges: Son las plumas que se encuentran en las alas. Aquellas que están más cerca del extremo se denominan primarias, seguidas por las secundarias. Las plumas situadas en proximidad a la base se denominan plumas terciarias. Estas plumas remeras poseen en su parte

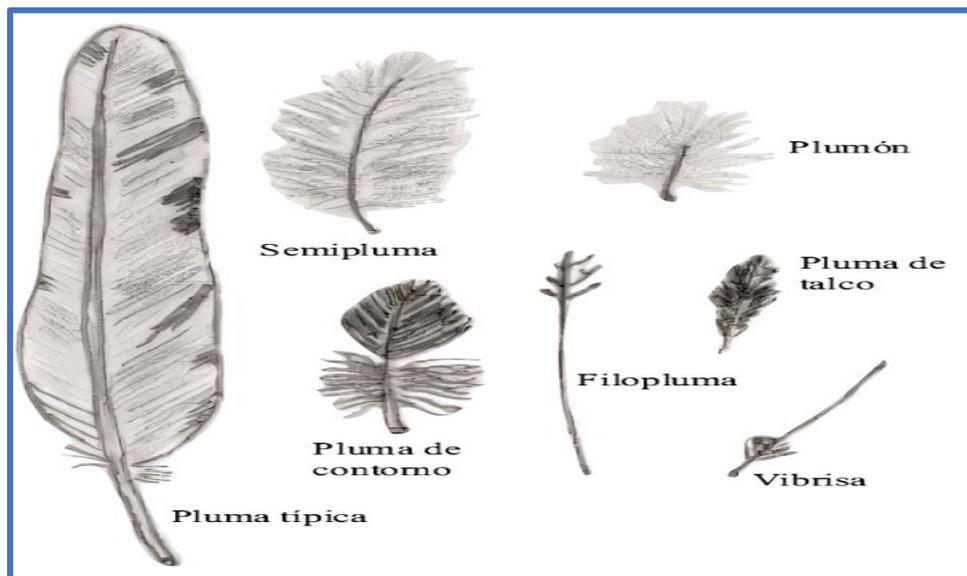
inferior otras plumas de menor longitud dispuestas en series, conocidas como coberteras.

4. Las timoneras o rectrices constituyen la parte final de la cola y se conectan con las vértebras caudales más externas. En la base de estas plumas se encuentran las plumas coberteras superiores e inferiores de la cola.

5. Filoplumas: Tienen una apariencia similar a la de pelos y desempeñan un papel sensorial y táctil. Se dispersan en las plumas que rodean el cuerpo del ave. Cuando estas plumas se agrupan en forma de penacho sobre la cabeza del ave, se le llama copete.

Figura 3

Tipos de plumas



Nota: Adaptado de *Tipos de pluma* [Fotografía], por Fernbank Science Center. (<http://fsc.fernbank.edu/birding/feathers.htm>)

2.2.1.3. Propiedades mecánicas de las plumas de ave (pollo):

- Son repelentes e impermeables al agua debido a su microestructura.
- Propiedades térmicas, es un buen aislante térmico

2.2.2. Adobe

El adobe es un ladrillo sin cocer (Norma E.080, 2017), siendo sus principales componentes la arcilla y el agua, a esto se le adiciona fibras naturales vegetales, animales o sintéticas para mejorar sus propiedades mecánicas (Ministerio de Educación Cultura y deporte, 2017, pág. 43).

La composición del suelo para la realización de adobes debe cumplir con ciertos requisitos para garantizar la calidad y durabilidad de estos elementos constructivos. La Norma E.080 (2017) establece que los porcentajes de arcilla, limo y arena debe ser aproximadamente los siguientes: 10-20%, 15-25% y 55-70% respectivamente, ya que pueden afectar negativamente las propiedades mecánicas de los adobes.

Incorporar paja como una fibra natural resulta en la regulación de las grietas que surgen debido a la contracción durante el secado del adobe. Esto es crucial, ya que la presencia de elementos extraños, fisuras y defectos como grietas y rajaduras puede tener un impacto negativo en el material.

La fabricación de ladrillos de barro sin cocción, es decir, adobe, involucra llenar los moldes con barro de textura densa o con barro de menor consistencia, que se deposita en el molde de diversas formas. A nivel global, hay una variedad de tamaños y formas de adobes disponibles. (Minke, 2005, p. 22), (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2004).

De acuerdo con la Norma Peruana E.080 (2017), los ladrillos de adobe pueden adoptar una configuración cuadrada o rectangular, con esquinas en ángulos de 90 grados. Los ladrillos cuadrados no deben superar los 40 cm en cada lado, mientras que los ladrillos rectangulares deben tener una longitud que sea el doble de su ancho. La altura de estos ladrillos debe encontrarse dentro del intervalo de 8 cm a 12 cm.

Figura 4

Adobe (Caserío de Churap)



2.2.2.1. Características del Adobe

Tiene características que lo hacen atractivo para la arquitectura sostenible:

- Es económico y abundante, ya que se aprovecha la tierra local y no requiere mucha energía para su fabricación.
- Es ecológico y reciclable, ya que no genera residuos ni emisiones contaminantes y se puede reutilizar o reintegrar al suelo.
- Es térmico y acústico, ya que tiene una alta capacidad de almacenar calor y regular la temperatura interior, así como de aislar el ruido exterior.
- Es resistente y duradero, ya que tiene una buena resistencia mecánica y al fuego, siempre que se proteja de la humedad y los agentes biológicos.

2.2.2.2. Tipos de Adobe

Adobe tradicional: Según Chacón Sánchez, Romero Cuentas y Callasi Venero (2017) el adobe tradicional es un bloque sólido formado por una combinación de tierra y paja. Esta mezcla se elabora de manera manual o artesanal, lo que puede dificultar el control de su calidad.

Adobe compactado: Benites Zapata (2017) citado por Chuquillanqui Poma (2019, p. 33), explica que el adobe se presenta como una alternativa que capitaliza las ventajas inherentes al adobe tradicional para abordar sus desafíos en términos de durabilidad. Mediante la combinación adecuada de los elementos del adobe tradicional y la adición de compresión manual, se obtiene un material más uniforme.

Los adobes son unidades prismáticas de tierra moldeadas y fabricadas. Su característica distintiva es que se comprimen en un molde, lo que aumenta su capacidad y resistencia frente a fuerzas mecánicas. Además, los adobes pueden contener estabilizantes como cal o cemento, lo que los hace aún más resistentes (Bestraten y otros, 2011).

Según Caballero Anaya & Martínez Barajas (2009), los adobes se fabrican compactando bloques de tierra seca con una cantidad de agua similar al tapial. Esto permite obtener una consistencia moldeable que facilita la obtención de bloques de forma y tamaño uniformes.

El tapial, por su parte, comparte algunas ventajas con los adobes, como la capacidad de producción gradual a lo largo del tiempo y la reducción de fisuras en la pared. Además, el tapial es más adaptable en términos de diseño arquitectónico y estructural.

En comparación con los adobes compactados, el tapial ofrece las siguientes ventajas:

- Alta previsibilidad de secado instantáneo.
- Requiere una fabricación reducida.
- Bloques con forma regular.
- Posibilidad de fabricar bloques con formas personalizadas.
- Posee resistencia física y mecánica.

Adobe estabilizado: La Norma E.080 (2017), el adobe estabilizado es un tipo de adobe que ha sido tratado con materiales como asfalto, cemento o cal para mejorar sus propiedades físicas. Estos materiales aumentan la resistencia a la compresión y estabilidad del adobe ante la presencia de humedad.

El adobe estabilizado es un tipo de adobe que se caracteriza por su resistencia a la humedad (Gonzalo Vélez, 2010). Para lograr esto, se incorpora una emulsión bituminosa en una proporción entre el 6% y el 12% respecto a su peso total. Gracias a la emulsión bituminosa, los muros exteriores erigidos con adobe estabilizado, incluido su mortero, no necesitan tratamiento adicional y pueden quedar al descubierto sin necesidad de revestimientos. En realidad, el enlucido y revestimiento de las paredes con algún tipo de recubrimiento impermeable aumenta notablemente costos de construcción.

2.2.2.3. Propiedades físicas de las unidades de adobe

Alabeo: Lulichac Sáenz (2015) explica que el alabeo se refiere a la distorsión que ocurre entre las superficies opuestas de los ladrillos sin cocer, también conocidos como adobe. Esta distorsión puede manifestarse como hendiduras cóncavas o protuberancias convexas en la estructura. El impacto del alabeo es análogo al efecto de cambios en las dimensiones, lo que resulta en variaciones del grosor de las uniones de mortero. Esto, a su vez, tiene un efecto directo en la capacidad de la mampostería para resistir la compresión y fuerzas cortantes.

Según Oazabal Bairo y Guevara Vera (2019), la deformación en las unidades de adobe puede ocasionar que las uniones horizontales del muro muestren huecos, lo que disminuye la adherencia entre las unidades de adobe y el mortero. Por ello, se lleva a cabo una prueba de deformación para valorar la curvatura hacia adentro y hacia afuera de las unidades. La norma técnica NTP 399.613 (2017) especifica el procedimiento del alabeo en las unidades de adobe.

Según la NTP 399.613 (2017), el alabeo de una unidad de adobe se mide de la siguiente manera:

- Para medir la concavidad: Se sitúa una regla recta entre los extremos del borde curvado de la unidad. La medida desde el borde del patrón hasta la regla indica la cantidad de curvatura que presenta el borde en dirección hacia adentro.

- Para medir la convexidad: Se sitúa una regla recta entre los extremos del borde curvado hacia afuera de la unidad. La medida desde el borde del patrón hasta la regla indica la cantidad de curvatura que presenta el borde en dirección hacia afuera.

2.2.2.4. Propiedades mecánicas de adobe

Resistencia a la compresión: es una propiedad importante de las unidades de albañilería, como el adobe. Los valores más altos indican una calidad óptima, mientras que los valores más bajos pueden indicar una mampostería inestable y con menor durabilidad.

Se determina mediante un ensayo en el que se aplica una carga a una muestra de la unidad hasta que se rompe. El valor de la resistencia a la compresión se expresa como la fuerza máxima que puede soportar la muestra antes de romperse.

Según la norma técnica NTP 399.613 (2017), es mínima aceptable para los adobes es de 10.2 kg/cm². Este valor se basa en la determinación de la resistencia última (fo) sea superior al 80% de las muestras ensayadas. Los ensayos se realizarán sobre muestras completamente secas.

La ecuación (2.1) establecida en la NTP. 399.613 (2017) se emplea para el cálculo y el reporte de los resultados.

$$C = \frac{W}{A} \quad (2.1)$$

Donde:

C: Resistencia a la compresión del espécimen (kg/cm² o Pa. 10⁴)

W: Máxima carga indicada por la máquina de ensayo (kgf o N).

A: Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen (cm²).

Absorción: se define como la cantidad de líquido que una masa puede incorporar a través de sus poros, llegando a saturar parcial o

completamente el material. Este proceso de absorción de agua implica una modificación en las propiedades del material o muestra en cuestión. En términos generales, esto conduce a una disminución en la resistencia y la dureza, al tiempo que aumenta la tenacidad. Asimismo, se observa un deterioro en las características dieléctricas del material. Siguiendo las directrices establecidas en la norma técnica NTP 399.613 (2017), la absorción de agua también puede resultar en el incremento del tamaño del material y en la alteración de sus dimensiones, como se establece en la norma ISO 62 (2008).

Para demostrar la capacidad, se les pesa antes y después de sumergirlos en agua a baja temperatura durante 24 horas.

El proceso de pesaje se realiza con una balanza electrónica. Antes de sumergirlos en agua, se retira cualquier rastro de humedad superficial de las muestras con un paño. Después de las 24 horas, se pesa nuevamente las muestras y se calcula el promedio de absorción de agua.

El promedio es una medida de la cantidad de agua que puede absorber un adobe. Un valor alto de absorción de agua puede indicar que el adobe es más vulnerable a la humedad y el moho.

Para obtener el valor de absorción se utiliza la siguiente ecuación (2.2) que se menciona a continuación.

$$A \% = 100 \times \frac{(W_s - W_d)}{W_d} \quad (2.2)$$

En donde:

A= Absorción (%)

Ws= Peso del espécimen saturado, después de la sumersión en agua fría (Kg)

Wd= Peso seco del espécimen (Kg).

Succión: mide la rapidez con la que absorben agua. Una succión excesiva puede provocar la aparición de grietas en las unidades, según lo señalado por Lulichac Sáenz (2015).

La succión se evalúa mediante un ensayo en el que se mide por una cantidad en una superficie específica en un tiempo determinado. El procedimiento de ensayo se b

asa en las directrices establecidas en la norma técnica NTP 391.017 (2003).

Si el tamaño del área de la muestra varía en más del 2.5% con respecto a los 200 cm², se ajusta el peso de acuerdo con el siguiente método, detallado en la ecuación (2.3).

$$S = \frac{200W}{LB} \quad (2.3)$$

Donde:

S = Succión normalizada para una superficie de 200 cm²

W= Diferencia de pesos del espécimen entre estado húmedo y seco (gr)

L = Longitud del espécimen (cm).

B = Ancho del espécimen (cm).

2.2.2.5. Selección de cantera

Conforme al Manual para la Fabricación de Ladrillos de Tierra (2010), se considera los siguientes lineamientos para elegir un origen de la fuente de tierra empleada para la fabricación de ladrillos de tierra comprimida. Se recomienda basarse en la procedencia de los suelos empleados previamente en la construcción de ladrillos, obteniendo información de los residentes locales, en particular aquellos cuyas viviendas estén construidas con ladrillos de alta calidad.

Es crucial explorar áreas cercanas que estén a una distancia razonable de las viviendas y que sean fácilmente accesibles. Esto se hace con el propósito de reducir los gastos asociados al transporte del material. Se debe evitar utilizar suelos destinados a la agricultura debido a su alto

contenido de materia orgánica, así como suelos que contengan desperdicios o sean rocosos.

Es recomendable llevar a cabo la fabricación de ladrillos en proximidad a la cantera, ya que esto resulta más práctico desde una perspectiva económica. La transportación de ladrillos es más eficiente que la de tierra suelta, dado que el volumen de ladrillos a transportar es un 40% menor en comparación con el volumen de suelo suelto, y el volumen de suelo es un 20% mayor que el volumen de ladrillos.

2.2.2.6. Selección del suelo

En relación a la elección del tipo de suelo, según lo detalla Alfaro Carhuamaca (2019) se señala que la arcilla desempeña un papel central en la composición del adobe, dado que incorpora otros elementos (como arenas y limos). De esta composición dependen factores cruciales como la necesidad de agua, la plasticidad, la capacidad de adherencia y la resistencia en estado seco.

Según, Vargas y Blondet (1984), citados por Alfaro Carhuamaca (2019), la resistencia a la compresión de los adobes aumenta con la proporción de arcilla en el suelo. Sin embargo, una concentración excesiva de arcilla puede provocar la aparición de grietas en las unidades de adobe y el mortero, lo que reduce la resistencia general del material.

Suelo para Adobes: De acuerdo a la Norma Técnica de Edificación E-080 Adobe (2017) se establecen los siguientes rangos aproximados a la composición del suelo:

Arcilla: 10 – 20%

Limo: 15-25%

Arena: 55-70%

La utilización de suelos con contenido orgánico debe evitarse. Estos límites pueden experimentar cambios cuando se producen adobes con

estabilización. Los ladrillos de adobe deben presentar una estructura compacta, y se permite la presencia de perforaciones perpendiculares en la cara mayor que estén en la superficie de apoyo. Estas perforaciones no deben exceder el 12% del área total de dicha superficie. Es imperativo que los ladrillos de adobe estén exentos de inclusiones extrañas, grietas, fisuras u otros defectos que tengan el potencial de reducir su resistencia o durabilidad.

2.2.2.7. Pruebas de Campo para la selección de suelos apropiados:

La calidad de los adobes depende del tipo de suelo utilizado. Para seleccionar el suelo adecuado, se deben realizar pruebas de campo para determinar sus propiedades.

Las pruebas de campo más comunes para la selección para los adobes son las siguientes:

Prueba de la Botella: Para determinar esta prueba, se llena una botella transparente con partículas de suelo hasta la mitad, y luego se completa con agua. Es importante que las partículas de suelo tengan un tamaño menor al del tamiz N° 04.

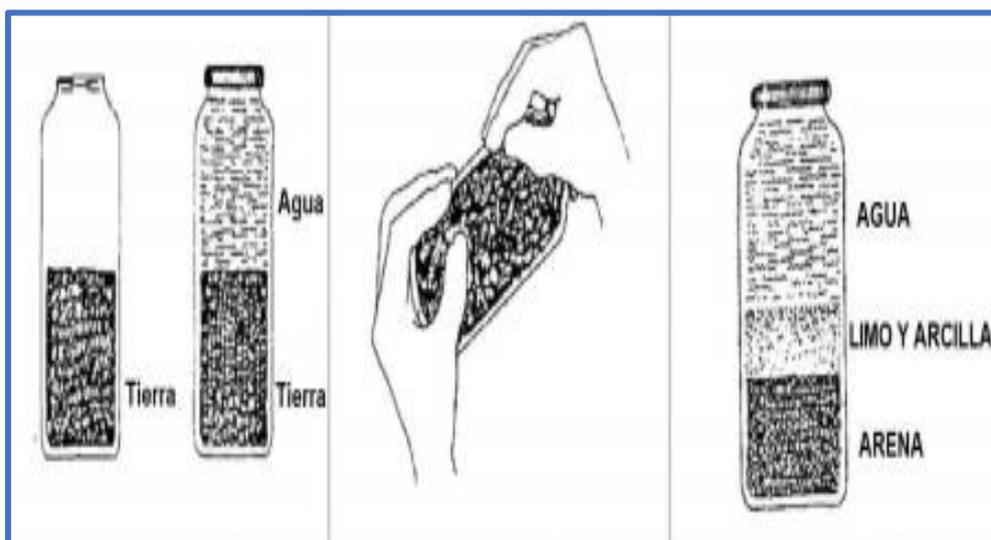
Luego, se procede a sacudir vigorosamente la botella hasta que todas las partículas se mezclen uniformemente en el agua. Luego, se ubica la botella sobre una superficie plana para permitir que las partículas se asienten por gravedad.

En este procedimiento, se observará que las partículas de arena se depositarán en el fondo de manera más rápida en comparación con los limos y arcillas, que necesitarán varias horas para completar su sedimentación.

Al concluir la investigación, se calculará la relación entre las partículas de arena y las de arcilla y limo como un indicador inicial de la composición de los componentes presentes en el suelo (Morales y otros, 2013).

Figura 5

Prueba de la botella



Nota: Adaptado de *Manual para la construcción de viviendas de adobe* (p. 42 y 43), por Morales, R., Torres, R., Rengifo, L., & Irala, C., 1993.

Prueba de Cinta de Barro: es una prueba sencilla en un suelo. Se puede realizar en alrededor de 10 minutos y está contemplada en la Norma E.080 “Adobe” (2017). Para realizar la prueba, se recolecta una muestra de suelo y se humedece con la cantidad adecuada de agua para lograr una consistencia viable. A continuación, se forma un cilindro con un diámetro de 12 mm. Se aplana este cilindro presionándolo entre los dedos pulgar e índice hasta lograr una tira con un espesor de 4 mm. La tira se suspende y se permite que se rompa. Si la tira se quiebra con esfuerzo, esto indica que el suelo posee una concentración significativa de arcilla.

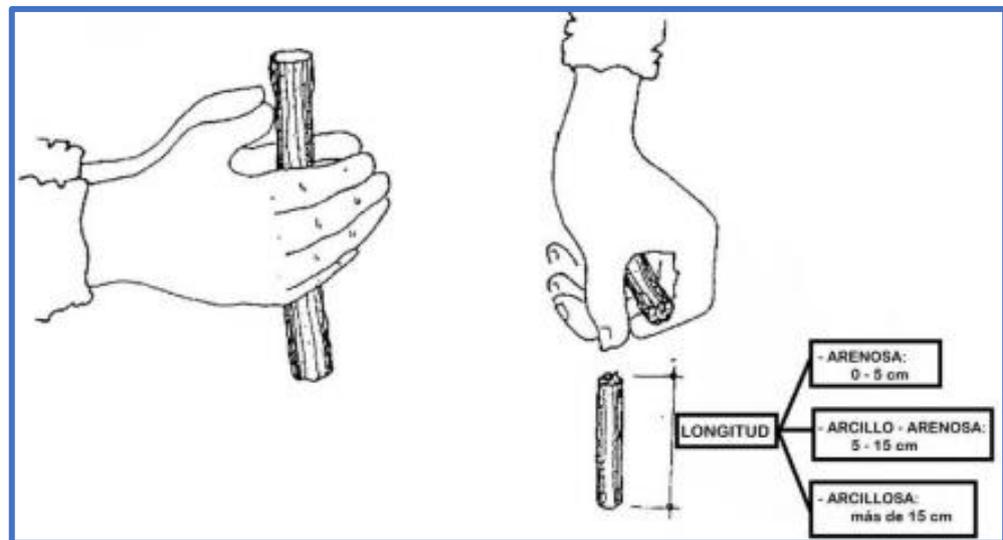
Prueba de plasticidad (Prueba del rollo): Según Morales, Torres, Rengifo e Irala (2013) citados por Alfaro Carhuamaca (2019), la prueba del cilindro se utiliza para valorar la calidad del suelo y determinar si se trata de arcilla, arena o una combinación de ambas. Para realizar esta prueba, se toma una porción de tierra húmeda y se moldea en forma de cilindro con un diámetro de 1.5 cm. Luego, se suspende el cilindro en el aire hasta que se rompa. La longitud de la porción que se cae para determinar las características del suelo. La prueba del cilindro es una herramienta sencilla

y rápida que se puede utilizar para evaluar la calidad del suelo para la elaboración de adobes. Y, de acuerdo a los criterios establecidos, categorizarlo en:

- Tierra Arenosa (no apto)
- Tierra Arcillo-arenosa (apto)
- Tierra arcillosa (no apto)

Figura 6

Prueba de plasticidad (prueba del rollo)



Nota: Adaptado de *Manual de viviendas de adobe* (p. 43), por Morales, R., Torres, R., Rengifo, L., & Irala, C., 1993.

Prueba de “presencia de arcilla” o “resistencia seca”: La prueba de las esferas de suelo es una prueba establecida en la Norma E.080 “Adobe” (2017) que se utiliza para evaluar la calidad del suelo para la realización de adobes. Para realizar esta prueba, se elaboran cuatro esferas de suelo con la mínima cantidad de agua necesaria para lograr una compactación adecuada. Las esferas se dejan secar durante 48 horas en un espacio protegido de las condiciones climáticas. Después de 48 horas, se aplica una presión firme con el dedo índice y el pulgar a las cuatro esferas. Si ninguna de las cuatro esferas se rompe o se agrieta, se considera que el suelo es de calidad óptima. Esta prueba es una herramienta sencilla y rápida que se puede usar para evaluar la calidad del suelo para la elaboración de adobes.

Figura 7

Prueba “presencia de arcilla” o “resistencia seca”



Nota: Adaptado de *Manual para la construcción de viviendas de adobe* (p. 43), por Morales, R., Torres, R., Rengifo, L., & Irala, C., 1993.

Mecánica de suelos: La información relativa a las características del suelo resultará fundamental para categorizar y elegir los materiales apropiados destinados a la elaboración de las unidades de albañilería como el adobe.

2.2.2.8. Ensayos de laboratorio a emplear:

Contenido de Humedad (W%): De acuerdo con la Norma A. D 2216 (1998), se representa como un porcentaje del peso de la muestra después de haber sido deshidratada en un horno. El nivel de humedad puede oscilar desde cero, cuando la muestra se encuentra completamente seca, hasta un valor máximo específico. Es una propiedad importante del suelo que afecta a sus propiedades físicas y químicas.

Análisis Granulométrico: El examen se emplea para determinar la distribución del tamaño de las partículas dentro de una muestra de suelo. El método de tamizado es el más común para clasificar las partículas de suelo por tamaño (ASTM D422-63, 2007). Para llevar a cabo la evaluación de la composición de tamaños de partículas en una muestra de suelo, se recoge una porción del suelo y se somete a un proceso de tamizado utilizando varios tamices con distintas aberturas de malla. Las partículas que atraviesan cada tamiz se recopilan y se pesan. Una vez obtenida la

distribución de tamaños de las partículas, se representa gráficamente para generar la curva granulométrica. Esta curva proporciona una visualización de la proporción de partículas de cada tamaño presente en la muestra de suelo.

Límites de consistencia o límites de Atterberg: Son valores de humedad que definen los estados de consistencia de los suelos arcillosos. Se utiliza para evaluar la plasticidad de un suelo, que es su capacidad de deformarse sin romperse. Para determinar los límites de consistencia, el suelo se tamiza utilizando una malla No. 40 para eliminar partículas que excedan los 400 μm de tamaño.

Límite Líquido (LL): Es el contenido de humedad a partir del cual el suelo se comporta como un líquido. Se determina mediante el ensayo de límite líquido, que implica tomar una porción de muestra de suelo y dejar caer una cuchara con dicha muestra desde una distancia de 1 cm repetidamente, un total de 25 veces. Si la ranura formada por el impacto de la cuchara se cierra después de esos 25 golpes, se determina que el contenido de humedad de la muestra corresponde al límite líquido (ASTM D4318, 2000).

Límite Plástico (LP): Cuando el contenido de humedad excede un cierto umbral, el suelo presenta un comportamiento plástico. (ASTM D4318, 2000)

Índice de Plasticidad (IP): Es un parámetro que mide la plasticidad de un suelo. Se define como la diferencia numérica entre el límite líquido y el límite plástico.

$$IP = LL - LP \quad (2.4)$$

2.2.2.9. Formas y dimensiones para la elaboración de adobes

Según el Manual de Adobe (2010), los adobes suelen tener forma cuadrada o rectangular. Sin embargo, para mejorar la resistencia estructural, se pueden utilizar formas especiales en los ángulos distintos de 90°.

2.2.2.10. Fabricación de las gaveras

- Las gaveras sin fondo son de madera tornillo y/o aliso por su excelente comportamiento y alta resistencia a los ataques biológicos.
- Las gaveras tienen agarraderas para poder desprenderse los adobes.
- Para su fabricación se utiliza madera de ½ pulgada de espesor, con acabado rugoso.
- La unión de las piezas de la gavera debe ser en espiga y clavada.

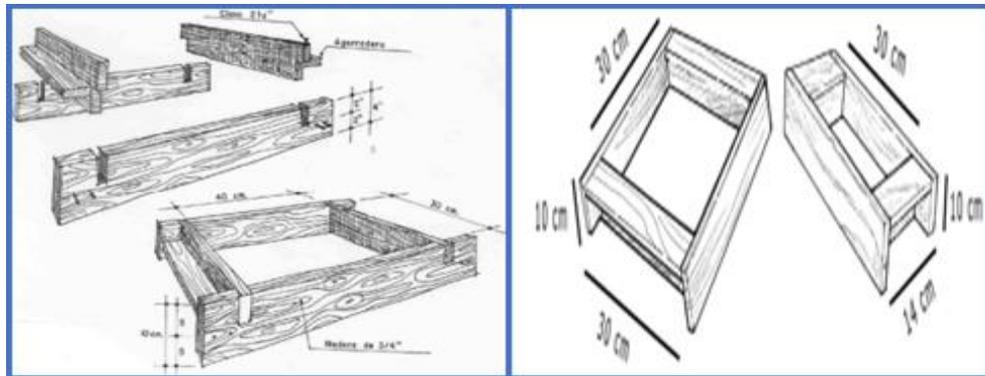
2.2.2.11. Dimensión de las gaveras

Para que los adobes tengan una buena resistencia estructural, es importante que cumplan con las siguientes dimensiones:

- El largo debe ser aproximadamente el doble del ancho.
- La relación entre el largo y la altura debe ser de 4 a 1.
- La altura debe ser superior a 8 cm.

Figura 8

Fabricación de las gaveras y dimensión de las gaveras



Nota: Adaptado de *Manual con adobe*, por Dirección de Construcción 2016.

2.2.2.12. Preparación de la mezcla

En el Manual Popular para la construcción detalla la preparación de la mezcla.

- La tierra debe ser limpiada de materia orgánica y piedras. Se recomienda filtrar con zaranda N° 4. Para poder tener la tierra apropiada para fabricar adobes.

Figura 9

Zarandeo del suelo



Nota: Adaptado de *¡Mi Casa 10! con Sismo-resistente* (p. 10), por FUNDASAL; TAISHIN, 2015.

- Para evitar la deformación de los adobes, se debe calcular la cantidad de agua adecuada para la mezcla.

Figura 10

Mezcla del suelo



Nota: Adaptado de *¡Mi Casa 10! con Sismo-resistente* (p. 11), por FUNDASAL; TAISHIN, 2015.

- Para que la mezcla quede bien batida, se debe apisonar con los pies o con un azadón.
- Luego de preparar la mezcla dormirlo por 2 días en promedio para que absorba la humedad y se desintegren las partículas gruesas.
- Luego añadir la paja a la mezcla.

Figura 11

Apisonado y reserva del barro con paja



Nota: Adaptado de ¡Mi Casa 10! con Sismo-resistente (p. 11), por FUNDASAL; TAISHIN, 2015.

2.2.2.13. Elaboración del Adobe

En el Manual Popular para la construcción de la vivienda de adobe sismorresistente detalla el proceso de la elaboración del adobe.

- Remojar y limpiar el molde con agua para que la mezcla no se pegue en la gavera.

Figura 12

Remojar la gavera



Nota: Adaptado de ¡Mi Casa 10! con Sismo-resistente (p. 11), por FUNDASAL; TAISHIN, 2015.

- Formar una bola con la mezcla y tirarla con fuerza a la gavera.

Figura 13

Bola de barro en la gavera



Nota: Adaptado de ¡Mi Casa 10! con Sismo-resistente (p. 12), por FUNDASAL; TAISHIN, 2015.

- Rellenar la gavera, compactándolo con las manos.

Figura 14

Rellenado de la gavera y compactado



Nota: Adaptado de ¡Mi Casa 10! con Sismo-resistente (p. 12), por FUNDASAL; TAISHIN, 2015.

- La mezcla debe llegar hasta el borde superior de la gavera, nivelando la superficie con una regla.

Figura 15

Emparejamiento del barro con una regla



Nota: Adaptado de ¡Mi Casa 10! con Sismo-resistente (p. 12), por FUNDASAL; TAISHIN, 2015.

- Alzar el molde con cuidado, procurando no deformarlo.

Figura 16

Desmoldado del adobe



Nota: Adaptado de ¡Mi Casa 10! con Sismo-resistente (p. 12), por FUNDASAL; TAISHIN, 2015.

2.2.2.14. Secado y almacenamiento

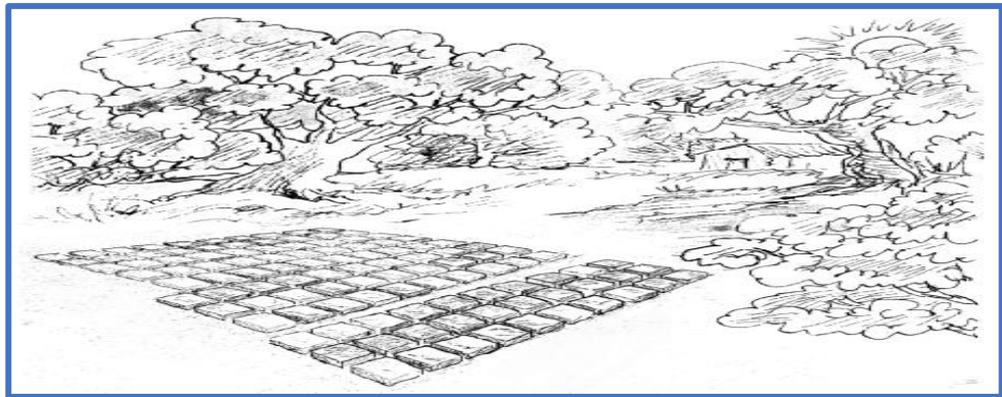
Los bloques de adobe se deben secarse gradualmente para evitar que se agrieten. En los primeros tres días, es importante protegerlos de la luz solar directa, ya que esto podría provocar que se resequen demasiado y se

agrietan. Para ello, se pueden colocar los bloques en un área cubierta con esteras, ramas o yutes.

Después de los tres primeros días, los bloques se pueden colocar en posición vertical para que se sequen uniformemente. Este proceso puede durar hasta doce días. Una vez que los bloques estén completamente secos, se pueden almacenar en posición inclinada durante otros doce días para que terminen de curarse.

Figura 17

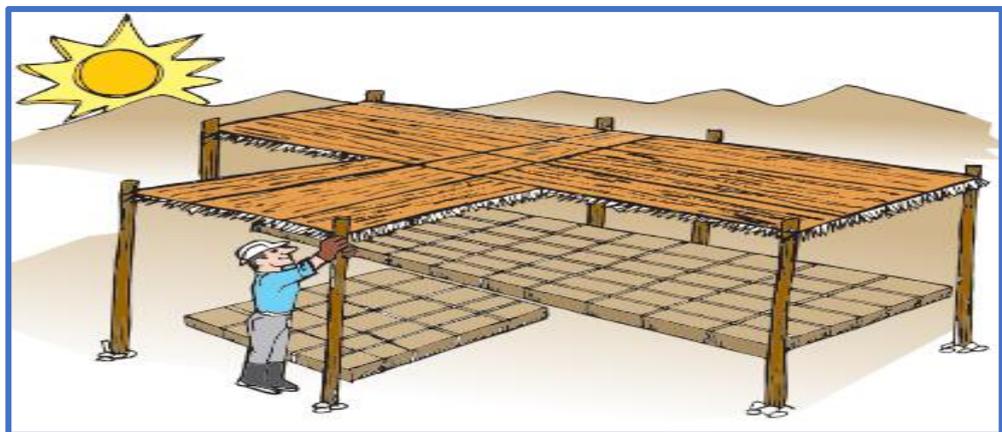
Adobes en parte seca



Nota: Adaptado de ¡Mi Casa 10! con Sismo-resistente (p. 13), por FUNDASAL; TAISHIN, 2015.

Figura 18

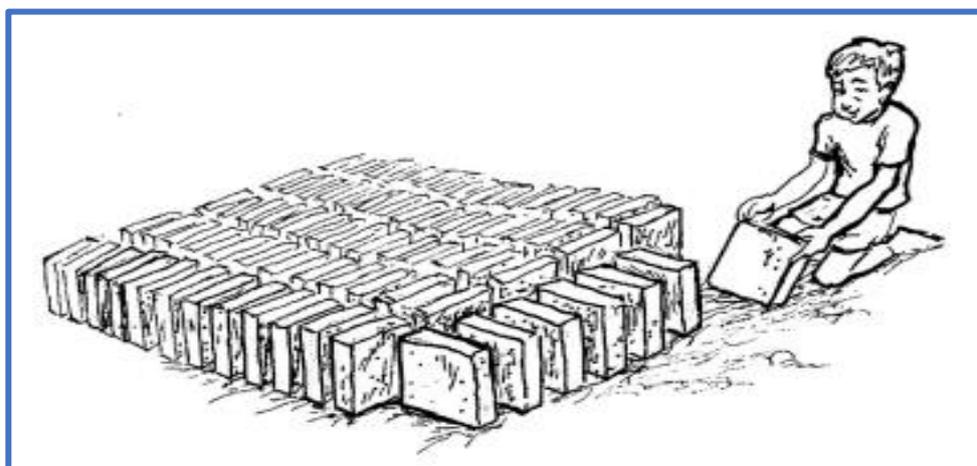
Tendal para proteger al adobe los primeros días



Nota: Adaptado de Manual de Antisísmicas de Adobe (p. 14), por Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010.

Figura 19

Adobe puesto de canto para su secado



Nota: Adaptado de ¡Mi Casa 10! con Sismo-resistente (p. 13), por FUNDASAL; TAISHIN, 2015.

2.2.2.15. Control de calidad de los adobes

Para determinar la calidad de los adobes, se realiza una prueba de carga. Esta prueba consiste en colocar un adobe entre otros dos y colocar una persona sobre él durante al menos un minuto. Si el adobe no se rompe o agrieta, se considera de buena calidad.

Figura 20

Prueba de resistencia del adobe



Nota: Adaptado de ¡Mi Casa 10! con Sismo-resistente (p. 14), por FUNDASAL; TAISHIN, 2015.

2.3. Definición de términos

2.3.1. *Adobe.*

Masa de barro en forma de ladrillo y secada al aire. // 2. Hierros que ponían en los pies a un criminal.

2.3.2. *Fibra:*

f. Cada uno de los hilos que conforman los tejidos orgánicos de plantas o animales. // 2. F. Cada uno de los hilos presentes en la estructura de algunos minerales, como el amianto. // 3. F. Material textil sintético, en contraposición a los de origen natural. // 4. F. Filamento sintético de diferentes tipos y aplicaciones industriales, como la fibra de vidrio o la fibra de carbono. // 5. F. Las pequeñas y delicadas raíces de las plantas. // 6. F. Un componente presente en algunos alimentos con propiedades digestivas y beneficiosas para la salud.

2.3.3. *Pluma de Ave (pollo):*

Se trata de una formación cutánea que se origina en la epidermis y está compuesta de queratina, lo que les proporciona una notoria durabilidad y resistencia contra las influencias del entorno.

2.3.4. *Resistencia a la compresión:*

f. Mec. La presión a la que se encuentra expuesto un objeto debido a la acción de fuerzas contrapuestas que buscan reducir su tamaño.

2.3.5. *Absorción de agua:*

Es la cantidad de agua que puede absorber. Para calcular este valor se pesa un adobe seco antes de sumergirlo en agua. Luego, se pesa nuevamente después de 24 horas sumergido. El porcentaje se calcula dividiendo la diferencia entre los dos pesos por el peso seco original y multiplicado por 100.

2.3.6. *Succión:*

Absorción de algo, especialmente de un líquido o un gas.

2.4. Hipótesis

La variación de las propiedades mecánicas del adobe reforzado con plumas de ave (pollo) será favorable respecto a las propiedades mecánicas del adobe convencional, caserío de Churap, distrito de Independencia, Huaraz, 2022.

2.5. Variables

2.5.1. *Independiente*

Plumas de ave (pollo)

2.5.2. *Dependiente*

Adobe reforzado

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

3.1.1.1. Según su propósito

El propósito de este estudio es evaluar la viabilidad y utilidad de los bloques de adobe para la construcción. Por ello, se analizarán los factores relevantes en el diseño y elaboración de estos bloques.

3.1.2. Nivel de investigación

Se clasifica como descriptivo, ya que examinó diferentes variables para analizar el tema en cuestión. Además, se detallaron y compararon estas variables con los resultados obtenidos.

3.1.3. Método de Investigación

En este Proyecto, se utilizó un enfoque cuantitativo debido a que se realizó una medición numérica de las propiedades físicas y mecánicas del adobe convencional y el adobe reforzado con 2%, 3% y 5% de plumas de ave (pollo), siguiendo una secuencia en los procedimientos de los ensayos realizados en los laboratorios de Mecánica de Suelos, de Ensayo de materiales y el laboratorio 3r Geingeniería S.A.C., de donde se recopilaron los datos para comprobar la hipótesis. En la investigación se utilizó el método hipotético – deductivo, que consiste en plantear una hipótesis que se debe demostrar mediante procesos deductivos. Estos procesos establecen relaciones entre las variables y los indicadores de la investigación.

3.2. Diseño de investigación

De acuerdo con Ñaupas, Mejía, Novoa & Villagómez (2014), en su estudio afirmó que el diseño de la investigación constituía un plan, una dirección, una

organización que atendía a las interrogantes de la indagación, y al mismo tiempo establecía las variables abordadas en el proyecto.

Se considera experimental porque se manipulan las variables dependientes para observar los efectos en las variables independientes. Esto permite realizar un análisis e interpretación más precisos de los hallazgos.

3.2.1. Tipo de diseño de investigación

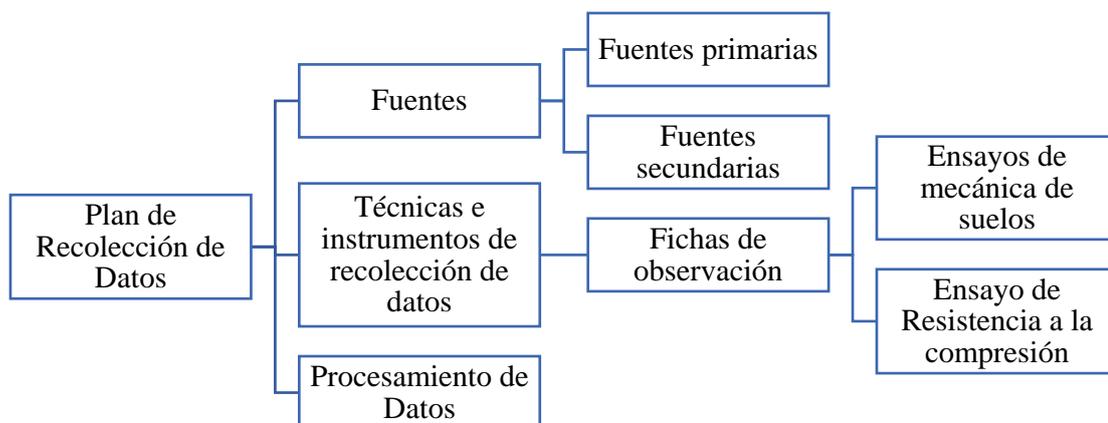
La investigación tiene un diseño cuasiexperimental para investigar los efectos de la incorporación de plumas de aves (específicamente de pollo) en las propiedades físicas y mecánicas del adobe. Las propiedades específicas que se evaluaron fueron de alabeo, la resistencia a la compresión, la absorción de agua y la succión.

3.2.2. Plan de recolección de datos

La recolección de datos involucró una serie de etapas con el propósito de definir de manera precisa los propósitos, variables e hipótesis. Esto incluyó la elección de la población y muestra, dando lugar a la creación de un esquema general que permitiera obtener los datos requeridos para abordar los objetivos y poner a prueba la hipótesis de la investigación.

Gráfico 1

Esquema del plan de Recolección de datos



Nota: El esquema representa la relación entre la recopilación de información dentro del proceso del proyecto de Investigación, tomado en referencia a lo que menciona Cesar A. Bernal en “Metodología de la Investigación” (2016)

3.3. Población y muestra

3.3.1. *Tamaño poblacional*

De acuerdo a la Norma E.080 (2017), se elaboraron 120 bloques de adobe.

3.3.2. *Tamaño muestra*

La muestra se limita al tamaño total de la población con 120 especímenes comprendidos por las unidades de adobe convencional y de adobe reforzado con plumas de ave (pollo) en dosis de plumaje de 2%, 3% y 5%.

La Norma E.080 (2017) establece que para los ensayos de resistencia a la compresión de adobes se deben tomar 6 especímenes de cada tipo de muestra. El promedio de las cuatro mejores muestras debe ser igual o mayor a la resistencia última indicada en la norma. Por ello, tomando en cuenta la Norma se tomó en cuenta la cantidad mínima de 6 especímenes para el ensayo de resistencia a la compresión.

Para el ensayo de alabeo, absorción y succión se realizaron 24 réplicas, del cual se tomó en cuenta el mínimo de especímenes del ensayo a compresión y se optó por ensayar 6 unidades de adobe.

Tabla 1

Unidades de muestra de estudio

Unidades de muestra	N° de Réplicas	Ensayos		
		Alabeo	Absorción	Succión
Adobe tradicional	24	6	6	6
adobe reforzado con 2% de adición de pluma de ave	24	6	6	6
adobe reforzado con 3% de adición de pluma de ave	24	6	6	6
adobe reforzado con 5% de adición de pluma de ave	24	6	6	6

Tabla 2*Unidades de muestra de estudio*

Unidades de muestra	N° de Réplicas	Ensayo
		Resistencia a la compresión
Adobe tradicional	6	6
Adobe reforzado con 2% de adición de pluma de ave	6	6
Adobe reforzado con 3% de adición de pluma de ave	6	6
Adobe reforzado con 5% de adición de pluma de ave	6	6

Adicionalmente, las formas y dimensiones se basan en el Artículo 18 de la Norma E.080 (2017), incisos 18.5, 18.6, 18.7 y 18.8. en el que describe el adobe puede ser rectangular o cuadrado y en el caso de que tenga una forma especial que sus encuentros pueden tener ángulos diferentes de 90°. Además, se establece que un adobe rectangular debe tener una longitud que sea el doble de su anchura, y la altura del adobe debe estar en el rango de 0.08 m y 0.12 m.

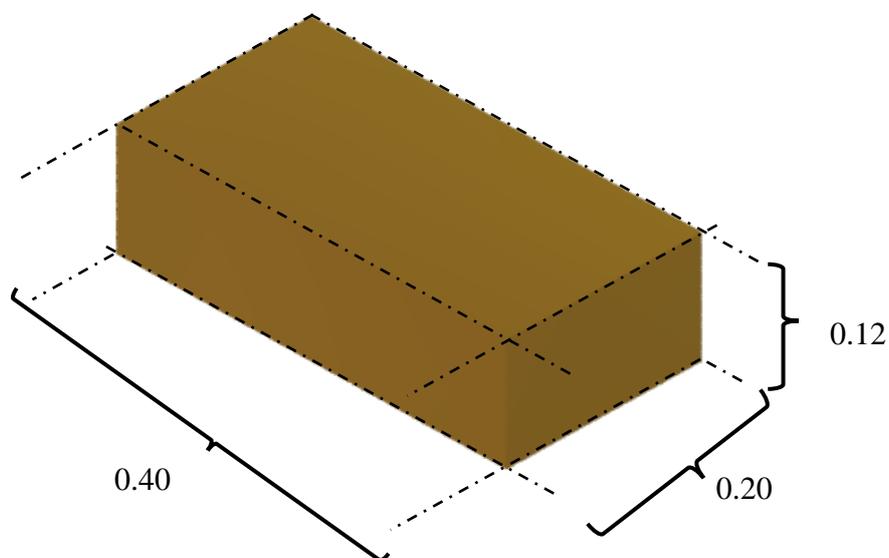
Debido a ello la forma de la unidad de adobe es rectangular con las siguientes dimensiones.

Tabla 3*Dimensiones de la muestra de estudio*

Muestra	Tipo de adobe	Dimensiones		
		Largo L (cm)	Ancho A (cm)	Altura H (cm)
Testigo	Adobe convencional	40	20	12
Tipo 1	Adobe reforzado con plumas de ave	40	20	12

Figura 21

Dimensiones de la unidad de adobe rectangular 0.40 x 0.20 x 0.12 m.



No obstante, en el inciso 8.1 del artículo 8 de la Norma E.080 (2017), titulada “Esfuerzos de rotura mínimos. Ensayos de laboratorio”, se hace mención de la medición la resistencia a la compresión del material en cubos de arista de 0.1m.

Por lo tanto, las dimensiones de las unidades de adobe convencional y reforzadas con plumas de ave (pollo) (2%, 3% y 5%) que se someterán al ensayo de resistencia a la compresión tendrán las medidas estipuladas en la norma.

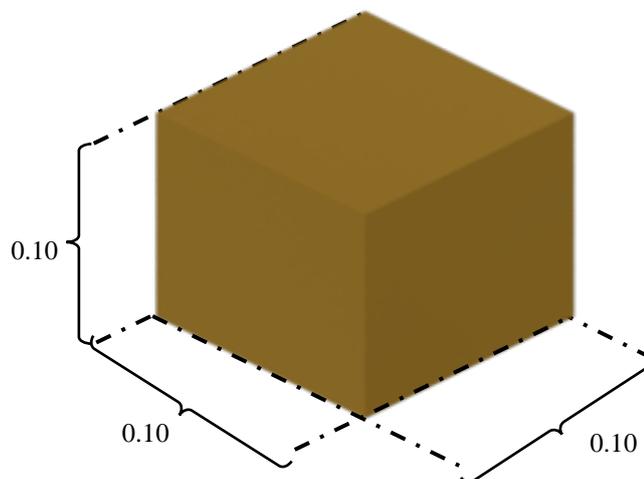
Tabla 4

Dimensiones de la muestra de estudio para el ensayo de resistencia a la compresión

Muestra	Tipo de adobe	Dimensiones		
		Largo L (cm)	Ancho A (cm)	Altura H (cm)
Testigo	Adobe convencional	10	10	10
Tipo 1	Adobe Reforzado con plumas de ave (pollo)	10	10	10

Figura 22

Dimensiones de la unidad de adobe cuadrangular de 0.10 x 0.10 x 0.10 m.



3.3.3. Unidad de análisis

Los elementos o unidades de análisis son los adobes convencionales y los reforzados con plumas de ave (pollo) en quienes se centró la investigación para determinar, analizar y comparar sus propiedades mecánicas.

3.4. Hipótesis

3.4.1. Hipótesis descriptiva

La variación de las propiedades mecánicas del adobe reforzado con plumas de ave (pollo) es favorable respecto a las propiedades mecánicas del adobe convencional.

3.4.2. Hipótesis estadística

H₀: Ningún porcentaje de la adición de pluma de ave (pollo) es favorable en las propiedades mecánicas del adobe reforzado con plumas de ave respecto al adobe convencional caserío de Churap, distrito de Independencia, Huaraz, 2022.

H_i: Al menos un porcentaje de la adición de pluma de ave (pollo) es favorable en las propiedades mecánicas respecto al adobe convencional del adobe reforzado con plumas de ave respecto al adobe convencional caserío de Churap, distrito de Independencia, Huaraz, 2022.

3.4.3. Comparación de la hipótesis planteada

1. Se acepta la hipótesis de investigación por lo que podemos afirmar que la adición de pluma de ave (pollo) es favorable en las propiedades mecánicas del adobe.

$$F_{cal} > F_{tabular} \quad (3.1)$$

2. Se acepta la hipótesis nula por lo que se afirma que la adición de pluma de ave (pollo) no es favorable en las propiedades mecánicas del adobe.

$$F_{cal} < F_{tabular} \quad (3.2)$$

3.4.4. Coeficiente de variación

$$Cv = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{y}} \quad (3.3)$$

Donde:

$\sqrt{CMe} \approx S$: Variación estándar

\bar{y} : Media

3.4.5. Prueba de Duncan

Procedimiento de Duncan o prueba de Duncan de rango múltiple.

$$R_p = r_p \sqrt{\frac{s^2}{n}} \quad (3.4)$$

Donde:

R_p : rango mínimo significativo para las p medias.

r_p : rango mínimo significativo studentizado.

p : 2,3,4, ..., k

n : número de replicas o significancia.

Para el cálculo, se contrastará el R_p con la diferencia entre el valor máximo y el valor promedio, y también con la diferencia entre el valor mínimo y el valor promedio, utilizando un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

3.5. Técnicas de instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas de recolección de datos

3.5.1.1. Observación Directa

A través de este enfoque, se logró identificar la problemática existente en las viviendas construidas con adobe y su estado actual. Del mismo modo, se percibió las características del suelo empleado en la fabricación de los adobes, con el propósito de posteriormente procesar y evaluar los datos recopilados.

3.5.1.2. Análisis Documental

Un análisis detallado de la tesis, normativas y guías vinculados a la producción y uso del adobe convencional. El propósito era responder interrogantes, confirmar datos y verificar la información esencial para alcanzar lo establecido en la investigación.

3.5.2. Instrumentos de recolección de Datos

3.5.2.1. Guías de observación

Con el propósito de registrar de manera organizada y en secuencia los datos e información derivados de los ensayos, se utilizaron variedad de formatos. Estos formatos, que se enumeran a continuación, son empleados para documentar los resultados obtenidos durante las pruebas.

Formatos para la recolección de datos de las propiedades del suelo.

- Formato de Análisis granulométrico del suelo.
- Formato de Contenido de humedad.
- Formato de Límites de Atterberg.
- Formato de Prueba de la botella.

- Formato de Prueba de cinta de barro.
- Formato de Prueba de presencia de arcilla.

Formatos de recolección de datos de los ensayos realizados a los adobes.

- Determinación de la Resistencia a la compresión.
- Determinación de absorción de agua.
- Determinación de succión.
- Determinación del alabeo.

3.5.2.2. Guía de análisis documental

Se emplearon las regulaciones técnicas actuales en la realización de las diversas investigaciones y pruebas requeridas para llevar a cabo la investigación. A continuación, se presenta la normativa que fue utilizada en este contexto.

Tabla 5

Descripción de la Norma técnica vigente aplicada en el desarrollo de la presente investigación

		Normas empleadas
Suelo	Análisis granulométrico del suelo	ASTM D 422 – N.T.P. 339.128
	Determinación de contenido de humedad	ASTM D 2216 – N.T.P. 339.127
	Determinación de los límites de Atterberg	ASTM D 4318 – N.T.P. 339.129
	Clasificación de Suelos SUCS	ASTM D2487 – NTP 339.134.
Adobe	Determinación de la resistencia a la compresión	ASTM C 67 – N.T.P. 399.613 N.T.P. E.080
	Determinación de absorción de agua	N.T.P. 399.613
	Determinación de Succión	N.T.P. 391.017
	Determinación de alabeo	N.T.P. E.080

3.6. Plan de procesamiento y análisis estadístico de datos

3.6.1. Plan de procesamiento de datos

Cesar Bernal (2016) recomienda que para procesar la información es necesario procesar los datos obtenidos en campo de la población, el objeto de estudio, en datos agrupados y ordenados con la finalidad de generar resultados.

Para el procesamiento de datos se siguió los siguientes pasos descritos en un diagrama de flujo.

Gráfico 2

Esquema del plan de procesamiento de datos

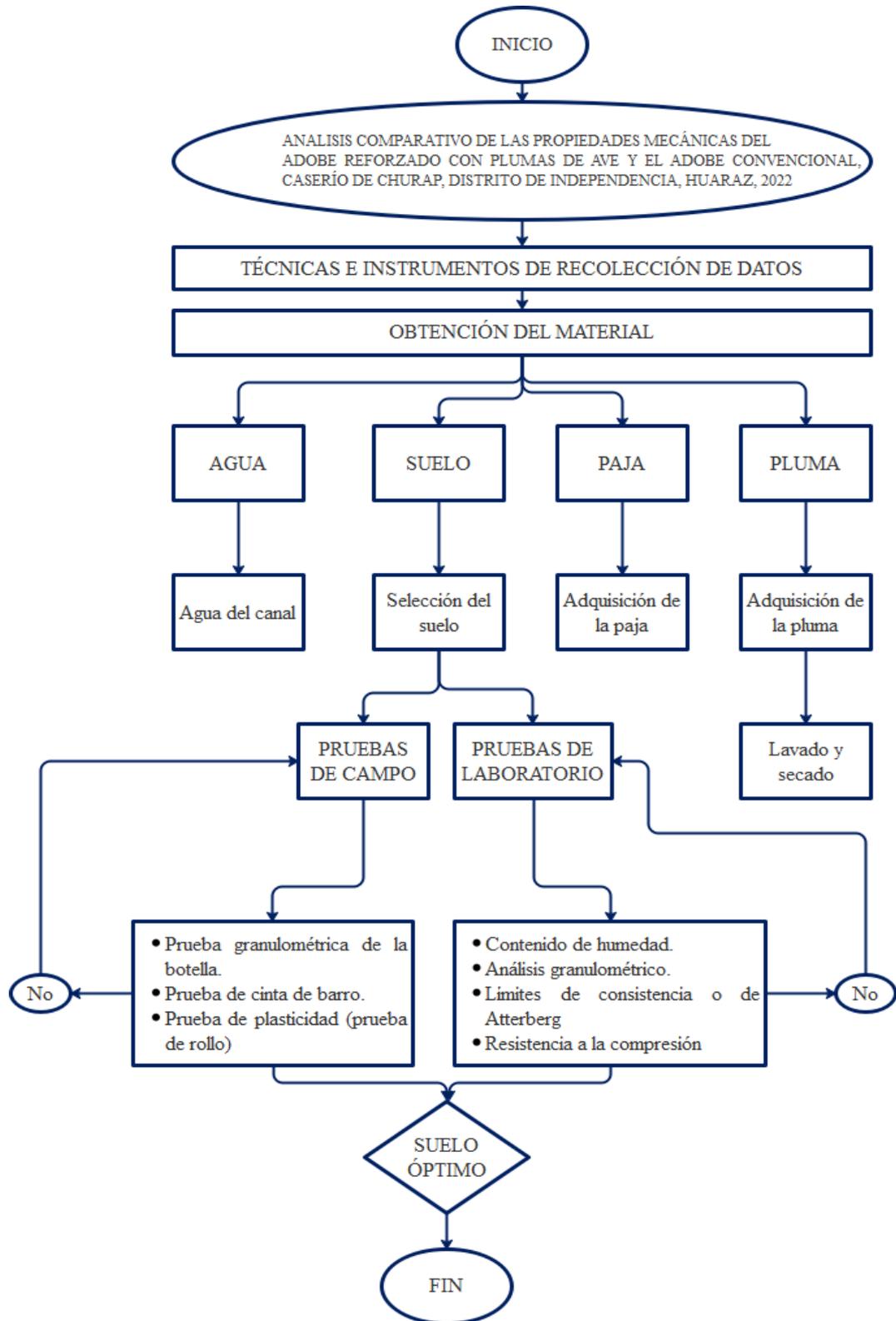
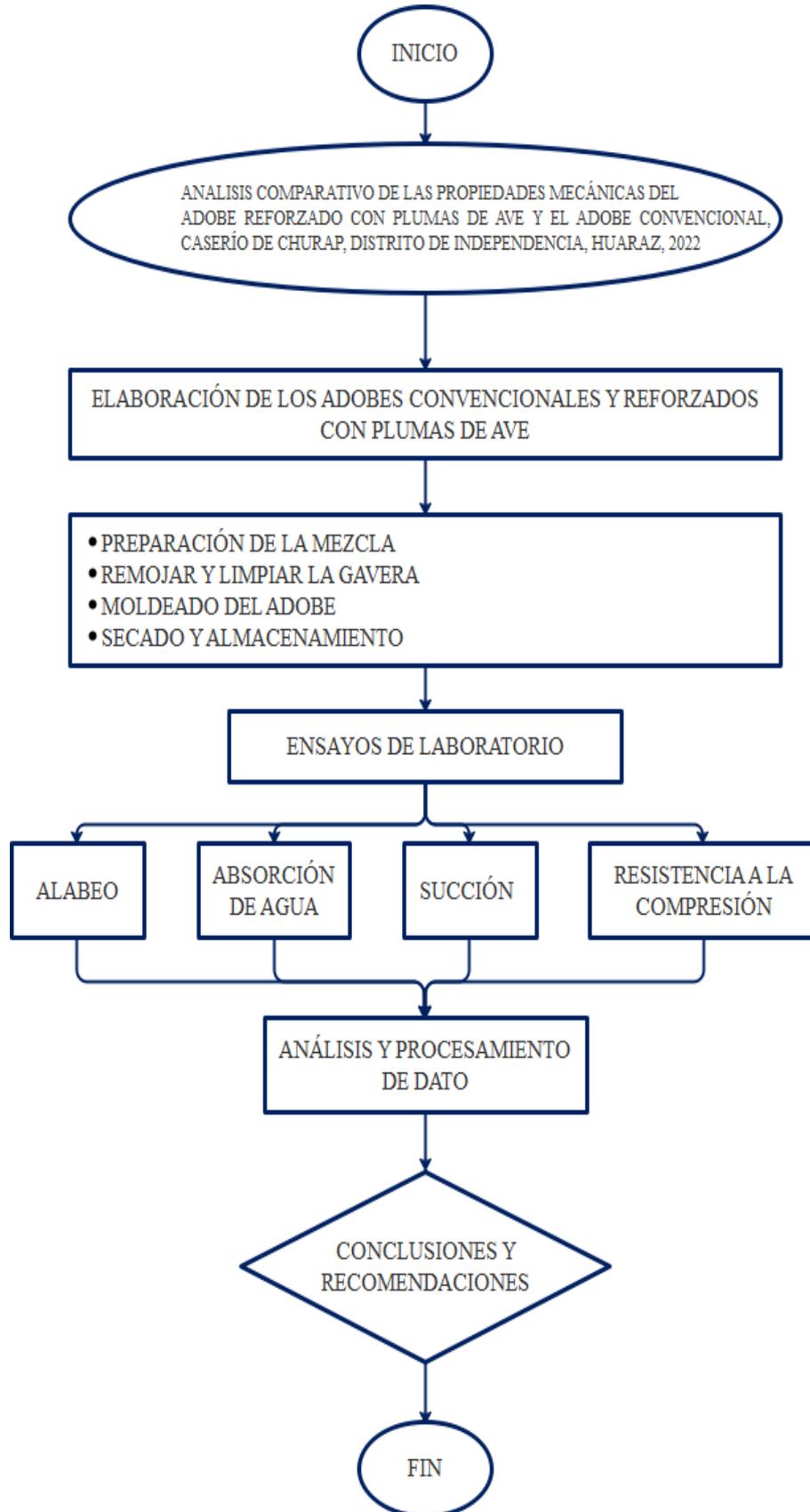


Gráfico 3

Esquema del plan de procesamiento de datos



3.6.2. Procedimiento de recolección de datos

3.6.2.1. Obtención de la pluma de ave (pollo)

Las plumas de aves (pollo) se obtuvo de las avícolas que se encuentran en la Ex Parada Quillcay, que corresponde a la zona Comercial del Cono aluviónico, perteneciente al distrito de Huaraz.

Figura 23

Avícolas de la Ex Parada Quillcay (Cono aluviónico)



El traslado de las plumas de ave (pollo) se hizo en costales.

Figura 24

Plumas de ave (pollo)



El proceso de limpieza de las plumas se realizó con abundante agua debido a que tenían restos de tripas de los pollos. Luego del proceso de lavado y limpieza fueron puestos a secar.

Las plumas secas son manejables al momento de realizar la mezcla para la fabricación de los adobes.

Figura 25

Lavado y limpieza de las plumas de ave (pollo)



Figura 26

Plumas de ave pollo puesto a secar después del lavado



3.6.2.2. Selección de cantera

La selección de la cantera es un paso fundamental para la fabricación de adobes de calidad. La tierra que se usa para la realización de adobes debe ser una tierra arcillosa, que es rica en arcilla y limo. La arcilla proporciona cohesión y la resistencia del adobe, mientras que el limo proporciona la plasticidad y la trabajabilidad.

El caserío de Churap se encuentra ubicado a una altitud de 3320.20 m.s.n.m., pertenece al Centro Poblado de Monterrey.

Geográficamente se ubica entre los 77° 31' 50.799" Longitud Oeste y los 9° 27' 6.559" Latitud Sur del meridiano de Greenwich.

La vía de acceso es por un camino de herradura (trocha), a una distancia de 13 Km a la capital del distrito de Independencia.

Para obtener el material (suelo) necesario para el estudio, se realizó una selección aleatoria de una parcela. El criterio de selección de la parcela fue probabilístico. Esto significa que todas las parcelas del caserío tenían la misma posibilidad de ser seleccionadas. Para realizar la selección aleatoria, se utilizó un sistema de números aleatorios. Se generaron números aleatorios entre 1 y 205 que es el número total de parcelas en el caserío, tal como se muestra en el Anexo 1.

Figura 27

Parcelas enumeradas aleatoriamente en el Caserío de Churap



La parcela correspondiente al número aleatorio seleccionado fue la que se utilizó para el estudio. La selección aleatoria de la parcela permitió garantizar que el material (suelo) utilizado en el estudio fuera representativo de todas las parcelas del Caserío de Churap.

Ubicación de la cantera seleccionada:

Departamento	:	Ancash
Provincia	:	Huaraz
Distrito	:	Independencia
Centro Poblado	:	Monterrey
Caserío	:	Churap

Parcela : 192
 Centroide : ESTE: 222373.1452
 NORTE: 8954572.4107

Figura 28

Vista aérea del área seleccionada para el proyecto



Figura 29

Ubicación del área seleccionada para el proyecto

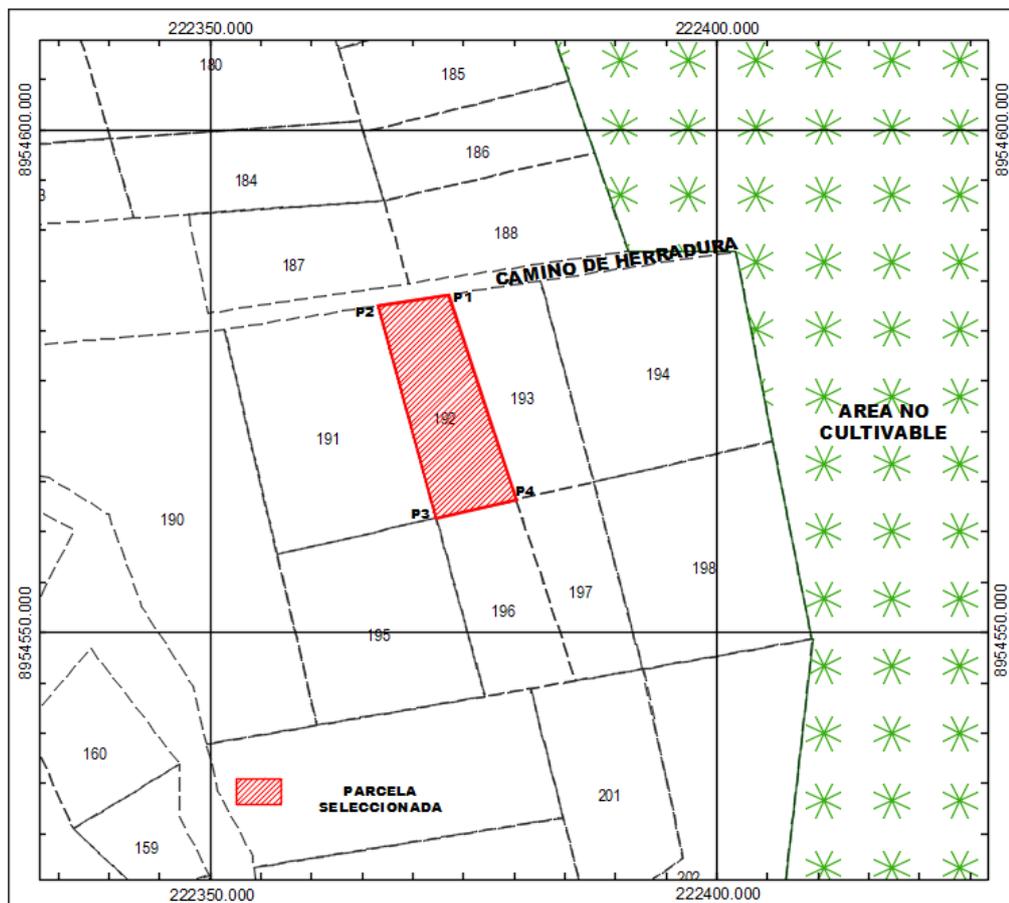


Tabla 6

Cuadro de coordenadas UTM – PSAD 56 de la parcela seleccionada aleatoriamente.

CUADRO DE COORDENADAS UTM – PSAD 56 DE LA PARCELA (CANTERA)					
VERTICE	LALDO	DISTANCIA	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	7.04	99°15'57"	222373.46170	8954583.59880
P2	P2 - P3	21.92	83°39'30"	222366.50540	8954582.51790
P3	P3 - P4	8.1	92°8'54"	222372.24160	8954561.36590
P4	P4 - P1	21.47	84°55'38"	222380.13100	8954563.19090

Figura 30

Ubicación de la cantera



3.6.2.3. Selección del suelo

Se realizaron excavaciones de calicatas a una profundidad de 0.65 m., de las cuales se obtuvieron dos muestras.

Para identificar y clasificar el suelo se extraerá una muestra significativa de las excavaciones de las calicatas. Para luego ser sometida a ensayos de laboratorio.

Figura 31

Excavación de las calicatas



Figura 32

Profundidad de las calicatas



Figura 33

Excavación de la calicata 01 – Muestra 01



Figura 34

Muestra 01



Figura 35

Excavación de la calicata 02 - Muestra 02



Figura 36

Muestra 02



3.6.2.4. Pruebas de campo

Para el ensayo de campo al suelo, se tomaron 02 muestras del banco de suelo.

A) Prueba Granulométrica Equipos y materiales

- Botella ancha
- Suelo
- Agua
- Wincha o regla

Procedimiento

- Llenar una botella de 3 litros hasta la mitad con tierra tamizada.
- Llenar el resto de la botella con agua limpia.
- Mezclar la botella hasta que todas las partículas de tierra se encuentren en el líquido.
- Dejar reposar sobre una mesa durante 24 horas.
- Medir con una regla las capas de arena, limo y arcilla para determinar la proporción de cada uno de ellos.

Figura 37

Muestra de suelo para la prueba granulométrica de la botella



Toma de datos

La toma de datos se realizó de las muestras de las 02 calicatas para la determinación del tipo de suelo.

Tabla 7

Toma de datos de la prueba de campo – prueba granulométrica de la botella.

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”					
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola					
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro				
Lugar:	Churap - Independencia				
Ensayo:	Prueba granulométrica (Prueba de la botella)				
	P1			P2	
	Arenas	Limos	Arcillas	Material Orgánico	Resultado
	55-70%	15-25%	10 – 20%	0%	
Muestra 01	62.00	11.00	10.00	0	
Muestra 02	65.00	14.00	11.00	0	

B) Prueba de Cinta de barro:

Equipos y materiales

- Suelo
- Agua
- Wincha o regla

Procedimiento

- La prueba es para la presencia de arcilla en el suelo.
- El paso inicial consistía en darle forma a una bola de arcilla, que posteriormente se laminaba para obtener varillas o cintas de 12 mm de diámetro.

- Se aplanó con el pulgar la cintilla de barro hasta formar un diámetro de 4 mm.
- Se colgó la cintilla de barro hasta que se rompa

Figura 38

Cintas de barro



Figura 39

Cintas de barro



C) Prueba de plasticidad (Prueba del rollo):

Equipos y materiales

- Suelo
- Agua
- Wincha o regla

Procedimiento

- La prueba determina la plasticidad del suelo y el material predominante en el suelo consiste en realizar una bola de

barro y enrollar hasta obtener una cinta de 20 cm. La distancia a la que se rompe la cinta indica el tipo de suelo. Si la cinta rompe a los 5-10 cm, el suelo es arcillo-arenoso, que es adecuado para la fabricación.

D) Prueba de “presencia de arcilla” o “resistencia seca”:

Equipos y materiales

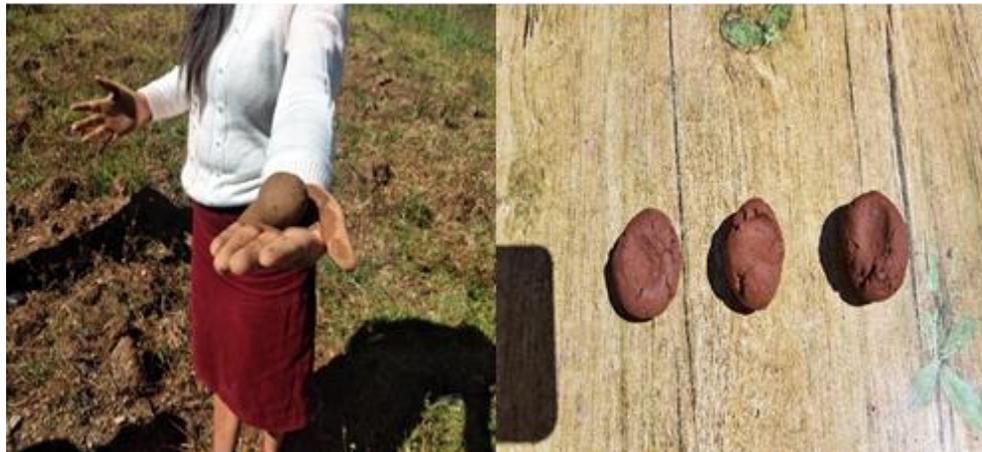
- Suelo
- Agua

Procedimiento

- Se realizaron bolas de barro de 2cm de diámetro y se dejaron secar durante 24 horas.
- Pasadas las 24 horas, se presionó cada bola de barro con el dedo pulgar para comprobar si se rompe con facilidad.

Figura 40

Bolas de barro para probar la resistencia de la arcilla



3.6.2.5. Ensayos en el Laboratorio de mecánica de suelos dedicado a pruebas y análisis de mecánica de suelos.

A) Contenido de Humedad:

Equipos y materiales

- Suelo
- Agua
- Balanza de precisión
- Recipientes o taras
- Horno

Procedimiento

- Pesamos 2 kilos de suelo de las muestras representativas de cada calicata para el ensayo.
- Se pesaron las muestras en los recipientes y se pesó.
- Las muestras fueron llevadas al horno por 24 horas.
- Después de retirada las muestras del horno se procedieron a pesar los recipientes.

Figura 41

Pesado del suelo de cada muestra representativa de cada calicata



Figura 42

Muestra representativa llevada al horno por 24 horas.



Toma de datos

La toma de datos se realizó de las muestras extraídas de las 02 calicatas.

Tabla 8

Toma de Datos del ensayo de contenido de humedad de la C-01.

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”

Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola

Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro	
Fecha:		
Lugar:	Laboratorio de Mecánica de Suelos	
Ensayo:	Contenido de humedad (C-01)	

Calicata 01	Muestra 01	Muestra 02
Recipiente (gr.)	605.00	604.00
Peso de recipiente + suelo húmedo (gr.)	2561.30	2632.23
Peso de recipiente + suelo seco (gr.)	2350.18	2450.48
Peso del agua (gr.)		
Peso del suelo húmedo (gr.)		
Peso del suelo seco (gr.)		
Porcentaje de humedad (%)		

Tabla 9*Toma de datos del ensayo de contenido de humedad de la C-02.*

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”		
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola		
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro	
Fecha:		
Lugar:	Laboratorio de Mecánica de Suelos	
Ensayo:	Contenido de humedad (C-02)	
Calicata 02	Muestra 01	Muestra 02
Recipiente (gr.)	605.00	604.00
Peso de recipiente + suelo húmedo (gr.)	2913.00	2954.30
Peso de recipiente + suelo seco (gr.)	2641.16	2654.36
Peso del agua (gr.)		
Peso del suelo húmedo (gr.)		
Peso del suelo seco (gr.)		
Porcentaje de humedad (%)		

B) Análisis granulométrico:*Equipos y materiales*

- Suelo
- Agua
- Balanza de precisión
- Recipientes o taras
- Tamices
- Horno

Procedimiento

- Pesamos 2 kilos de suelo de las muestras representativas de cada calicata para el ensayo.

- Saturamos el suelo en los recipientes.
- La muestra saturada lo pasamos por el tamiz N° 200. Esto es para eliminar los limos y arcillas.
- Después del tamizado y lavado, la muestra fue llevado al horno por 24 horas.
- Después de retirada las muestras del horno se procedió a pasarlos por los tamices.
- El material retenido por los tamices es pesado.

Figura 43

Pesado y lavado de la muestra para el análisis granulométrico.



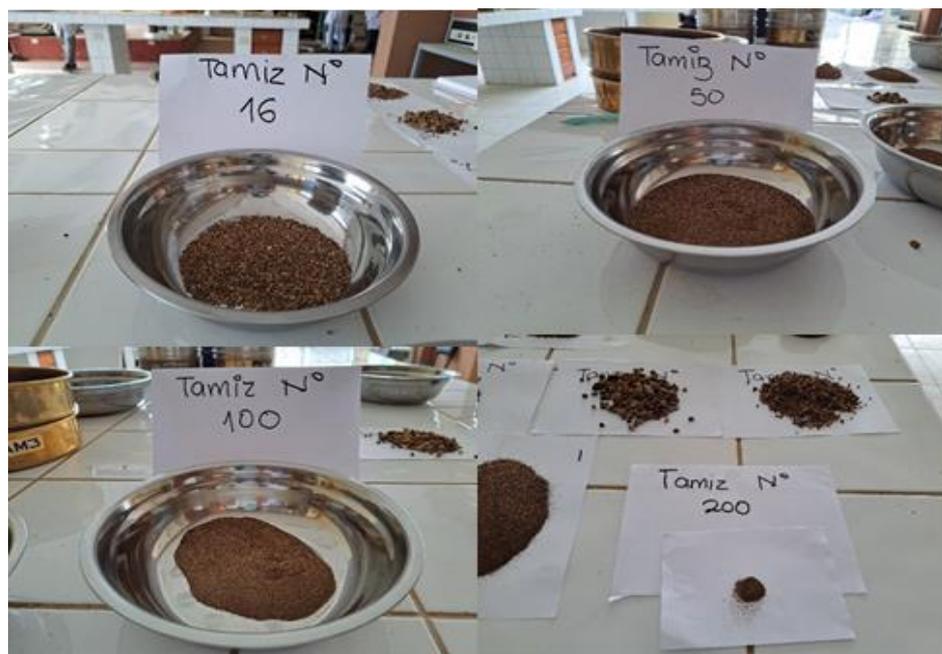
Figura 44

Tamizado del suelo de la malla N° 1/4" hasta la malla N°30



Figura 45

Tamizado del suelo de la malla N° 16 hasta la malla N° 200



Toma de datos

La toma de datos se realizó de las muestras extraídas de las 02 calicatas y del peso retenido en cada tamiz.

Tabla 10

Toma de datos del tamizado de la C-01.

Universidad Nacional "Santiago Antúnez De Mayolo"					
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola					
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro				
Fecha:					
Lugar:	Laboratorio de Mecánica de Suelos.				
Ensayo:	Análisis Granulométrico				
Granulometría de la muestra 01					
Malla	P1 Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Porcentaje Retenido (%)	P2	
				Porcentaje acumulado (%) Retenido	Que pasa
3"	76.20	0.00			
2"	50.80	0.00			
1 ½"	38.10	0.00			
1"	25.40	0.00			
¾"	19.05	0.00			
½"	12.50	0.00			
3/8"	9.53	63.83			
Nº 4	4.76	114.10			
Nº 8	2.00	101.78			
Nº 16	1.00	140.82			
Nº 30	0.60	127.75			
Nº 50	0.30	123.70			
Nº 100	0.15	92.21			
Nº 200	0.07	0.19			
Fondo	0.00	0.23			
Total		764.61			



Tabla 11*Toma de datos del tamizado de la C-02.*

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”					
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola					
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro				
Fecha:					
Lugar:	Laboratorio de Mecánica de Suelos.				
Ensayo:	Análisis Granulométrico				
Granulometría de la muestra 02					
Malla	P1		P2		
	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje acumulado (%) Retenido	Que pasa
3”	76.20	0.00			
2”	50.80	0.00			
1 ½”	38.10	0.00			
1”	25.40	0.00			
¾”	19.05	0.00			
½”	12.50	0.00			
3/8”	9.53	136.26			
Nº 4	4.76	161.51			
Nº 8	2.00	140.40			
Nº 16	1.00	114.88			
Nº 30	0.60	123.71			
Nº 50	0.30	96.75			
Nº 100	0.15	66.71			
Nº 200	0.07	2.07			
Fondo	0.00	1.01			
Total		843.30			



C) Límite Líquido:

Equipos y materiales

- Suelo
- Agua
- Balanza de precisión
- Recipientes o taras
- Tamices
- Horno

Procedimiento

- Se toma una muestra tamizada por una malla N° 40.
- Se elabora una pasta de suelo en un mortero de porcelana con un nivel de humedad ligeramente superior al límite líquido.
- Se coloca una cantidad de suelo húmedo que oscila entre 50 y 70 gramos en la cápsula de la cuchara de Casa Grande, asegurándose de que la superficie esté uniforme y a una altura de 1 cm.
- Empleando un acalanador, se divide el suelo en dos partes a lo largo del eje de simetría de la cuchara.
- La manivela se gira de forma uniforme a una velocidad constante de 2 golpes por segundo hasta que el surco formado con el acalanador se cierre.
- Se toma una muestra de suelo en la zona donde se cerró el surco y se procede a pesarla inmediatamente para determinar su contenido de humedad.
- Las taras se introducen en un horno y se mantienen allí durante un periodo de 24 horas.

- Después de transcurridas las 24 horas, se pesan las taras y se registra su peso en estado seco.

Figura 46

Tamizado del suelo de la malla N° 16 hasta la malla N° 200



Figura 47

Pesado de la muestra obtenida de la cuchara de Casagrande



Figura 48

Presentación de las muestras del límite líquido.



Toma de datos

La toma de datos se realizó de las muestras de las 02 calicatas.

Tabla 12

Toma de Datos del ensayo de límite líquido de la C-01.

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”

Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola

Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro			
Fecha:				
Lugar:	Laboratorio de Mecánica de Suelos.			
Ensayo:	Límites De Atterberg - Límite Líquido			

Muestra De Suelo - C 01

Muestra	1	2	3	4
Número de golpes	15	24	32	45
Recipiente (gr.)	18.91	18.91	18.91	18.91
Peso de recipiente + suelo húmedo (gr.)	34.83	32.84	35.08	37.31
Peso de recipiente + suelo seco (gr.)				
Peso del agua (gr.)				
Peso del suelo seco (gr.)				
Porcentaje de humedad (%)				



Tabla 13

Toma de Datos del ensayo de límite líquido de la C-02.

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”				
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola				
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro			
Fecha:				
Lugar:	Laboratorio de Mecánica de Suelos			
Ensayo:	Límites De Atterberg - Límite Líquido			
Muestra De Suelo - C 02				
Muestra	1	2	3	4
Número de golpes	14	25	35	43
Recipiente (gr.)	18.91	18.91	18.91	18.91
Peso de recipiente + suelo húmedo (gr.)	33.5	32.84	36.08	35.3
Peso de recipiente + suelo seco (gr.)				
Peso del agua (gr.)				
Peso del suelo seco (gr.)				
Porcentaje de humedad (%)				



Límite plástico:

Equipos y materiales

- Suelo
- Agua
- Balanza de precisión
- Recipientes o taras
- Tamices
- Horno

Procedimiento

- Iniciar el ensayo tomando muestras de 200 gr. tamizados por la malla N° 40.

- Humedecer la muestra y formar bolitas de 1 cm³ aproximadamente y amasar sobre la placa.
- Elaborar bastoncitos de 3 mm de espesor, luego de formarse el bastoncito se rompe en trozos de 0.5 cm. a 1 cm. de largo.
- Las porciones de los bastones que se fracturaron fueron colocadas en las taras.
- Se procedió a pesar los fragmentos de los bastones con el fin de calcular su contenido de humedad.
- Estos fragmentos se sometieron a un proceso de secado en el horno durante 24 horas.
- Después de transcurrido el período de 24 horas, se efectuó la pesada de las taras y se registró su peso en estado seco.

Figura 49

Presentación de bolitas amasadas.



Figura 50

Presentación de las muestras del límite líquido.



Figura 51

Presentación de las muestras del límite líquido.



Toma de datos

La toma de datos se realizó de las muestras de las 02 calicatas.

Tabla 14

Toma de Datos del ensayo de límite plástico de la C-01.

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”		
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola		
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro	
Fecha:		
Lugar:	Laboratorio de Mecánica de Suelos.	
Ensayo:	Límites De Atterberg - Límite Plástico	
Muestra De Suelo - C 01		
Muestra	1	2
Recipiente (gr.)	18.91	18.91
Peso de recipiente + suelo húmedo (gr.)	26.42	26.58
Peso de recipiente + suelo seco (gr.)	25.16	25.23
Peso del agua (gr.)		
Peso del suelo seco (gr.)		
Porcentaje de humedad (%)		



Tabla 15*Toma de Datos del ensayo de límite plástico de la C-02.*

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”		
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola		
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro	
Fecha:		
Lugar:	Laboratorio de Mecánica de Suelos.	
Ensayo:	Límites De Atterberg - Límite Plástico	
Muestra De Suelo - C 02		
Muestra	1	2
Recipiente (gr.)	18.91	18.91
Peso de recipiente + suelo húmedo (gr.)	26.51	26.53
Peso de recipiente + suelo seco (gr.)	25.23	25.27
Peso del agua (gr.)		
Peso del suelo seco (gr.)		
Porcentaje de humedad (%)		



3.6.2.6. Preparación de la mezcla para los adobes:

En primer lugar, se eliminó el material orgánico del suelo superficial con una profundidad de 10 cm., para evitar que interfiera en el proceso de fabricación. A continuación, se tamizó para descartar piedras mayores a 5 milímetros y otros materiales extraños.

Para la fabricación de adobes convencionales, el suelo se mezcló con agua hasta obtener una masa homogénea. La cantidad de agua se agrega dependiendo del tipo de suelo que estemos usando. Luego se realizó una mezcla de barro y paja, tal como se hace tradicionalmente en la zona. Para la fabricación de adobes reforzados con plumas de ave, se calculó la cantidad de plumas necesaria para cada dosificación (2%, 3% o 5%).

El suelo se dejó remojar durante 24 horas para que se ablande y sea más fácil de manipular. Finalmente, se agregaron las fibras en la proporción

adecuada y se mezcló todo hasta obtener una masa homogénea. La dosificación de las fibras se calcula en base al peso del suelo seco que se necesita para 6 adobes. Por ejemplo, para un solo bloque se requieren aproximadamente 6.600 kilogramos de suelo seco. En base a este peso, se determina el peso de la paja y de las plumas de ave según los porcentajes requeridos. La mezcla se dejó reposar durante 48 horas para que el agua se absorba completamente.

Figura 52

Remoción del suelo orgánico, profundidad de excavación de 10 cm.



Figura 53

Excavación de suelo para la mezcla que se usó para la fabricación de los adobes convencionales y reforzados con 2%, 3% y 5%.



Figura 54

Parcelación del suelo para la preparación de las mezclas del adobe convencional y el ADOBE REFORZADO con plumas de ave (pollo) con dosificación del 2%, 3% y 5%.



Figura 55

Dosificación del suelo con el 5% y 3% de plumas de ave (pollo).

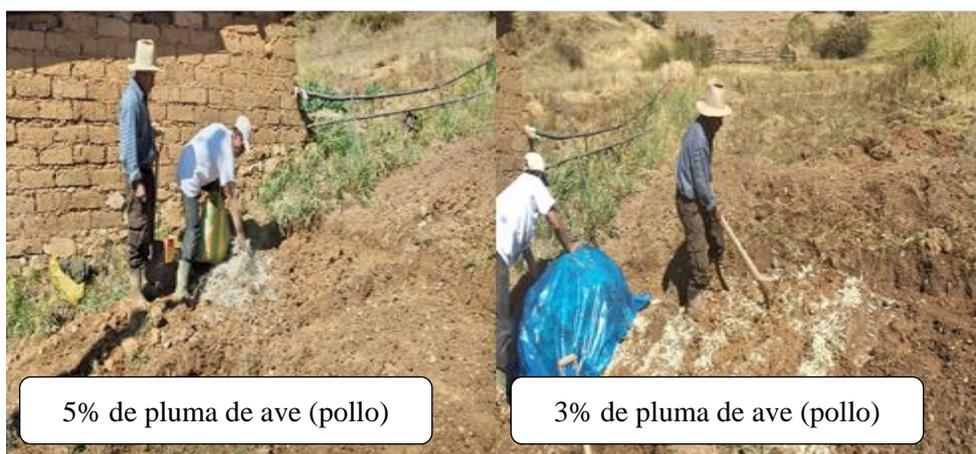


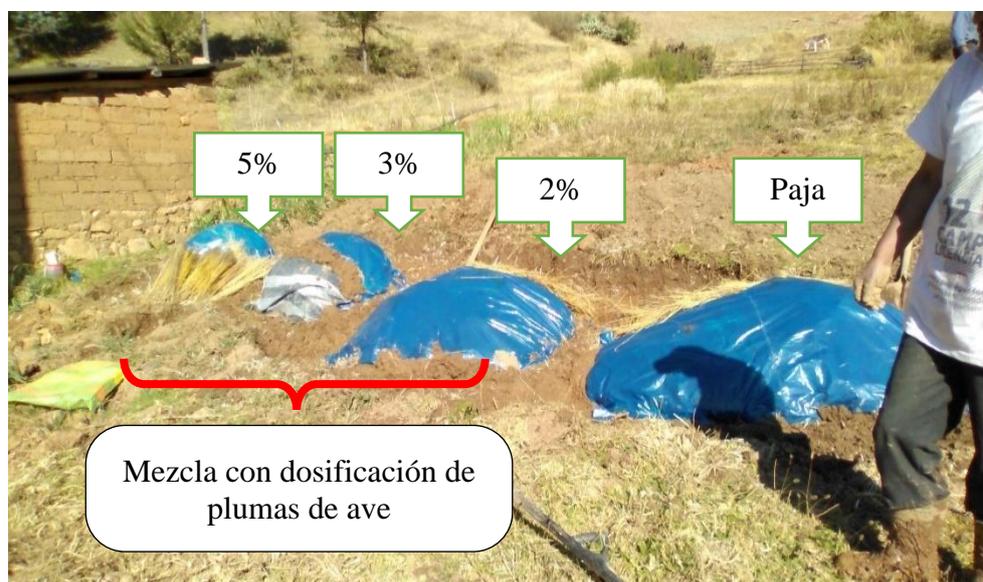
Figura 56

Dosificación del 2% de plumas de ave (pollo) y paja.



Figura 57

Mezcla del barro con paja y barro con dosificación de 2%, 3% y 5% de pluma de ave (pollo) que se dejó dormir por 48 horas.



3.6.2.7. Dosificación de la paja y plumas de ave (pollo).

La dosificación de la fibra natural paja, fue en base a como elaboran el adobe en la zona, por el método del tanteo.

La dosificación de pluma de ave (pollo): 2%, 3% y 5% en proporción al peso del material que emplea cada adobe.

Tabla 16

Dosificación de fibra pluma de ave (pollo) para cada adobe rectangular de dimensiones 40 x 20 x 10.

Porcentaje	Peso suelo seco (gr)	Peso seco de la fibra (gr)
2% de adición de pluma de ave	13,660	273.20
3% de adición de pluma de ave	13,660	409.80
5% de adición de pluma de ave	13,660	683.00

Tabla 17

Cantidad de fibra de pluma de ave (pollo) para cada adobe cúbico de 10 x 10 x 10.

Porcentaje	Peso suelo seco (gr)	Peso seco de la fibra (gr)
2% de adición de pluma de ave	6,600	132.00
3% de adición de pluma de ave	6,600	198.00
5% de adición de pluma de ave	6,600	330.00

3.6.2.8. Elaboración de los adobes

Se necesitan adoberas de madera.

Las adoberas tradicionales de la zona tienen unas dimensiones de 40 cm de largo, 20 cm de ancho y 12 cm de alto. Se fabrican con madera tornillo, una madera de la selva que es muy resistente y duradera. La madera tornillo no se raja, es rígida y no se adhiere al barro, lo que facilita la extracción del adobe del molde.

Para que los adobes se desmolden fácilmente, se humedecen las adoberas.

Figura 58

Adoberas de madera humedecidas antes de comenzar con la fabricación de los adobes.



Después del dormido de la masa de barro durante 48 horas a la intemperie, se procede a disponer la mezcla para el adobe convencional y los adobes con dosificación de 2%, 3% y 5% de plumas de ave (pollo).

Figura 59

Disposición de la mezcla de barro para la elaboración de los adobes



Luego, se coloca la mezcla en las adoberas, teniendo en cuenta que se debe llenar completamente cada una con una sola porción de mezcla, evitando agregar más mezcla después. Se presiona la mezcla con fuerza con la mano o con un pisón, esta técnica de compactación ayuda a eliminar las burbujas de aire y proporcionar al adobe una mayor resistencia. Finalmente, se retira la mezcla excedente para que los adobes queden al ras de la adobera.

La Norma E.080 (2017), señala que la resistencia a la compresión del material de adobe se debe medir en cubos de arista de 0,1 m. Por lo tanto, las unidades de adobe convencional y reforzadas con plumas de ave (pollo) (2%, 3% y 5%) que se someterán al ensayo de resistencia a la compresión deben tener las mismas dimensiones que los cubos especificados en la norma

Figura 60

Elaboración de muestras representativas de 10 cm x 10 cm x 10 cm



Figura 61

Dimensiones de la adobera para las muestras representativas de 10 cm x 10 cm x 10 cm

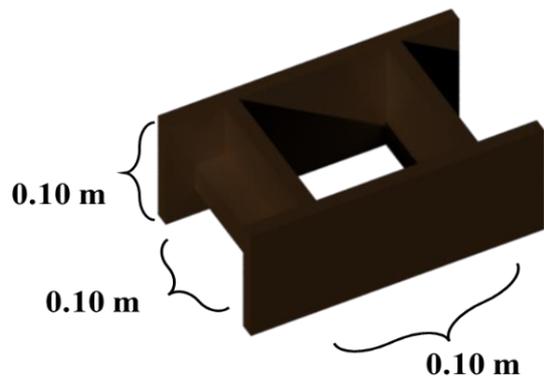


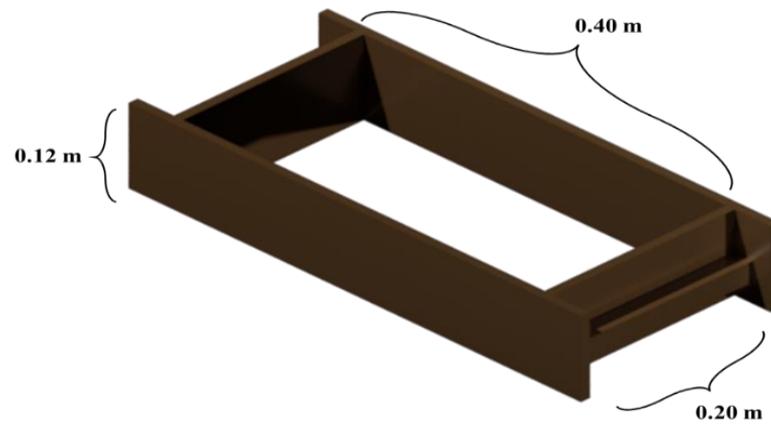
Figura 62

Elaboración de las muestras representativas de 40 cm x 20 cm x 12 cm de adobe convencional y conforme a su dosificación de plumas de ave (pollo)



Figura 63

Dimensiones de la adobera de madera para adobes de 40 cm x 20 cm x 12 cm.



3.6.2.9. Secado y mantenimiento

Se utilizó una superficie horizontal, limpia y libre de impurezas orgánicas. Los adobes se dejaron secar durante 3 días, y luego se voltearon para que se sequen.

A los 7 días posteriores, se rasparon los adobes para limpiarlos, y se almacenaron, protegiéndolos del sol.

Figura 64

Unidades de adobe convencional, adobe con 2% 3% y 5% de plumas de ave (pollo) listas para su secado.



3.6.2.10. Ensayos de campo

Se realizó una prueba de carga vertical para evaluar la resistencia de los adobes a la flexión y a la compresión. Para ello, se colocaron dos adobes a una distancia de 20 cm. Luego, se colocó una carga de 50 kg sobre el adobe superior durante aproximadamente 1 minuto.

3.6.2.11. Ensayos

A) Alabeo

Equipos y materiales

- Adobes
- Regla metálica de 60 cm
- Brocha
- Cuña de medición graduada y numerada en divisiones de 1mm.

Procedimiento

- Utilizando una brocha, se retiró el polvo que se encontraba adherido a las unidades de adobe.
- La regla de metal se colocó estratégicamente en orientación longitudinal y transversal, seleccionando deliberadamente la posición que resultaba en la desviación más significativa de una línea recta.
- Se empleó una cuña para medir la distancia entre la unidad de adobe y la regla metálica, registrando así la curvatura o alabeo presente en la superficie.

Figura 65

Medida de la concavidad del adobe



Toma de datos

La toma de datos se realizó de las muestras de adobes.

Tabla 18

Toma de Datos del ensayo alabeo del adobe convencional.

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”				
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola				
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro			
Fecha:				
Lugar:	Lab. Ensayo De Materiales			
Ensayo:	Alabeo			
Adobe convencional				
Especimen	Cara A		Cara B	
	Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
1	2.50	-	1.50	-
2	1.70	-	2.00	-
3	1.30	-	2.00	-
4	2.00	-	1.70	-
5	1.50	-	2.00	-
6	1.80	-	2.00	-
Promedio (mm)				
Cóncavo promedio				
Convexidad promedio				
Alabeo promedio				



Tabla 19

Toma de Datos del ensayo alabeo del adobe reforzado con 2% de plumas de ave.

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”				
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola				
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro			
Fecha:				
Lugar:	Lab. Ensayo De Materiales			
Ensayo:	Alabeo			
Adobe reforzado con 2% de pluma de ave				
Especimen	Cara A		Cara B	
	Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
1	2.00	-	2.50	-
2	2.00	-	1.50	-
3	1.80	-	1.50	-
4	2.50	-	1.80	-
5	1.50	-	2.00	-
6	2.00	-	2.00	-
Promedio (mm)				
Cóncavo promedio				
Convexidad promedio				
Alabeo promedio				



Tabla 20

Toma de Datos del ensayo alabeo del adobe reforzado con 3% de pluma de ave.

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”				
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola				
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro			
Fecha:				
Lugar:	Lab. Ensayo De Materiales			
Ensayo:	Alabeo			
Adobe reforzado con 3% de pluma de ave				
Espécimen	Cara A		Cara B	
	Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
1	1.00	-	1.50	-
2	2.00	-	1.30	-
3	1.30	-	1.80	-
4	1.50	-	2.00	-
5	2.00	-	1.30	-
6	1.00	-	1.00	-
Promedio (mm)				
Cóncavo promedio				
Convexidad promedio				
Alabeo promedio				



Tabla 21

Toma de Datos del ensayo alabeo del adobe reforzado con 5% de pluma de ave.

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”				
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola				
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro			
Fecha:				
Lugar:	Lab. Ensayo De Materiales			
Ensayo:	Alabeo			
Adobe reforzado con 5% de pluma de ave				
Especímen	Cara A		Cara B	
	Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
1	1.50	-	2.00	-
2	2.00	-	3.50	-
3	3.00	-	2.00	-
4	2.00	-	2.50	-
5	1.00	-	2.00	-
6	2.00	-	3.00	-
Promedio (mm)				
Cóncavo promedio				
Convexidad promedio				
Alabeo promedio				



B) Succión

Equipos y materiales

- Balanza
- Bandeja
- Agua
- Cronometro

Procedimiento

- Se midieron las dimensiones de los adobes (ancho, largo y alto).
- Se pesaron los adobes en una balanza.
- Se registró el peso seco.
- Se colocaron los adobes en una bandeja con agua durante 60 segundos.
- Se retiraron los adobes de la bandeja y se registraron sus pesos.

Figura 66

Pesado de los adobes antes del ensayo



Figura 67

Se colocó el adobe en la bandeja con agua durante 60 segundos

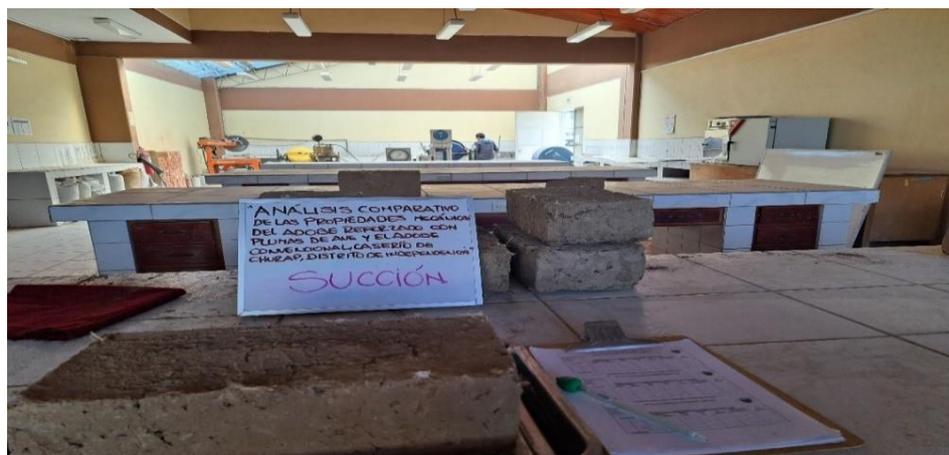


Figura 68

Se retiró el adobe de la bandeja para visualizar la absorción



Toma de datos

La toma de datos se realizó de las muestras de adobes.

Tabla 22

Toma de Datos del ensayo de succión del convencional.

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”										
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola										
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro									
Fecha:										
Lugar:	Lab. Ensayo De Materiales									
Ensayo:	Succión De Agua									
Adobe Convencional										
Especimen	Dimensiones		Área De Contacto (Cm2)	Peso Seco (Gr)	Peso Succionado (Gr)	Tiempo (Min.)	Succión (G/Min/200cm2)	Desviación Estándar δ	Succión (G/Min/200cm2)	Promedio
	Largo (Cm)	Ancho (Cm)								
1	39.00	20.00	780.00	15200.00	15450	1 min.				
2	39.00	19.50	760.50	16300.00	16500	1 min.				
3	38.50	20.00	770.00	15800.00	15950	1 min.				
4	39.50	19.50	770.25	15300.00	15500	1 min.				
5	39.00	19.00	741.00	16100.00	16250	1 min.				
6	39.00	20.00	780.00	15400.00	15600	1 min.				
Promedio	39.00	19.67	766.96	15683.33	15875					



Tabla 23

Toma de Datos del ensayo de succión del adobe reforzado con 2% de pluma de ave.

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”										
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola										
Responsable:		Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro								
Fecha:										
Lugar:		Lab. Ensayo De Materiales								
Ensayo:		Succión De Agua								
Adobe Reforzado con 2% de pluma de ave (pollo)										
Especimen	Dimensiones			Peso Seco (Gr)	Peso Succionado (Gr)	Tiempo (Min.)	Succión (G/Min/200cm2)	Desviación Estándar δ	Succión (G/Min/200cm2)	Promedio
	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Área De Contacto (Cm2)							
1	40.00	20.50	820.00	17500.00	17700.00	1 min.				
2	39.50	20.00	790.00	17300.00	17450.00	1 min.				
3	39.00	19.50	760.50	17450.00	17650.00	1 min.				
4	39.50	20.00	790.00	17500.00	17650.00	1 min.				
5	39.50	20.00	790.00	17800.00	18000.00	1 min.				
6	39.00	19.50	760.50	17400.00	17550.00	1 min.				
Promedio	40.00	20.50	820.00	17500.00	17700.00					



Tabla 24

Toma de Datos del ensayo de succión del adobe reforzado con 3% de pluma de ave.

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”											
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola											
Responsable:		Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro									
Fecha:											
Lugar:		Lab. Ensayo De Materiales									
Ensayo:		Succión De Agua									
Adobe Reforzado con 3% de pluma de ave (pollo)											
Especimen	Dimensiones			Área De Contacto (Cm2)	Peso Seco (Gr)	Peso Succionado (Gr)	Tiempo (Min.)	Succión (G/Min/200cm2)	Desviación Estándar δ	Succión (G/Min/200cm2)	Promedio
	Largo (Cm)	Ancho (Cm)									
1	39.00	19.00	741.00	15300.00	15500.00	1 min.					
2	38.00	19.50	741.00	15800.00	16000.00	1 min.					
3	39.50	19.50	770.25	15850.00	16000.00	1 min.					
4	38.00	19.00	722.00	15950.00	16100.00	1 min.					
5	39.50	19.00	750.50	15300.00	15500.00	1 min.					
6	40.00	20.00	800.00	15500.00	15650.00	1 min.					
Promedio	39.00	19.00	741.00	15300.00	15500.00						



Tabla 25

Toma de Datos del ensayo de succión del adobe reforzado con 5% de pluma de ave.

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo” Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola										
Responsable:		Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro								
Fecha:										
Lugar:		Lab. Ensayo De Materiales								
Ensayo:		Succión De Agua								
Adobe Reforzado con 5% de pluma de ave (pollo)										
Especimen	Dimensiones			Peso Seco (Gr)	Peso Succionado (Gr)	Tiempo (Min.)	Succión (G/Min/200cm ²)	Desviación Estándar δ	Succión (G/Min/200cm ²)	Promedio
	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Área De Contacto (Cm ²)							
1	39.00	20.00	780.00	15200.00	15450	1 min.				
2	39.00	19.50	760.50	16300.00	16500	1 min.				
3	38.50	20.00	770.00	15800.00	15950	1 min.				
4	39.50	19.50	770.25	15300.00	15500	1 min.				
5	39.00	19.00	741.00	16100.00	16250	1 min.				
6	39.00	20.00	780.00	15400.00	15600	1 min.				
Promedio	39.00	19.67	766.96	15683.33	15875					



C) Absorción

Equipos y materiales

- Balanza
- Bandeja
- Agua
- Cilindro

Procedimiento

- Se midieron las dimensiones de los adobes (ancho, largo y alto).

- Se pesaron los adobes en una balanza.
- Se registró el peso seco.
- Se sumergieron los adobes en agua durante 24 horas.
- Se retiraron los adobes del agua y se registraron sus pesos.
- Se repitió el procedimiento para tiempos de inmersión de 1, 6 y 12 horas.

Figura 69

Pesado de los adobes antes del ensayo



Figura 70

Adobe sumergido durante 1 hora



Figura 71

Adobe retirado después de 1 hora de sumersión



Toma de datos

La toma de datos se realizó de las muestras de adobes.

Tabla 26

Toma de Datos del ensayo de absorción del adobe convencional.

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”										
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola										
Responsable:		Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro								
Fecha:										
Lugar:		Lab. Ensayo De Materiales								
Ensayo:		Absorción De Agua								
Adobe Convencional										
Espécimen	Peso Seco (Gr)	Peso Saturado 1 Hora (Gr)	Absorción (%)	Peso Saturado 6 Horas (Gr)	Absorción (%)	Peso Saturado 12 Horas (Gr)	Absorción (%)	Peso Saturado 24 Horas (Gr)	Absorción (%)	Promedio
1	15200.00	14100.00	-	-	-	-	-	-	-	-
2	16300.00	15300.00	-	-	-	-	-	-	-	-
3	15800.00	14750.00	-	-	-	-	-	-	-	-
4	15300.00	14200.00	-	-	-	-	-	-	-	-
5	16100.00	15100.00	-	-	-	-	-	-	-	-
6	15400.00	14350.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Promedio										



Tabla 27

Toma de Datos del ensayo de absorción del adobe reforzado con 2% de pluma de ave.

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”										
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola										
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro									
Fecha:										
Lugar:	Lab. Ensayo De Materiales									
Ensayo:	Absorción De Agua									
Adobe Reforzado con 2% de pluma de ave (pollo)										
Especimen	Peso Seco (Gr)	Peso Saturado 1 Hora (Gr)	Absorción (%)	Peso Saturado 6 horas (Gr)	Absorción (%)	Peso Saturado 12 Horas (Gr)	Absorción (%)	Peso Saturado 24 Horas (Gr)	Absorción (%)	Promedio
1	17500.00	16500.00	-	-	-	-	-	-	-	
2	17300.00	16250.00	-	-	-	-	-	-	-	
3	17450.00	16350.00	-	-	-	-	-	-	-	
4	17500.00	16500.00	-	-	-	-	-	-	-	
5	17800.00	16800.00	-	-	-	-	-	-	-	
6	17400.00	16350.00	-	-	-	-	-	-	-	
Promedio										



Tabla 28

Toma de Datos del ensayo de absorción del adobe reforzado con 3% de pluma de ave.

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”										
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola										
Responsable:		Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro								
Fecha:										
Lugar:		Lab. Ensayo De Materiales								
Ensayo:		Absorción De Agua								
Adobe Reforzado con 3% de pluma de ave (pollo)										
Espécimen	Peso Seco (Gr)	Peso Saturado 1 Hora (Gr)	Absorción (%)	Peso Saturado 6 Horas (Gr)	Absorción (%)	Peso Saturado 12 Horas (Gr)	Absorción (%)	Peso Saturado 24 Horas (Gr)	Absorción (%)	Promedio
1	15300.00	14300.00	-	-	-	-	-	-	-	
2	15800.00	14750.00	-	-	-	-	-	-	-	
3	16100.00	15000.00	-	-	-	-	-	-	-	
4	15950.00	14950.00	-	-	-	-	-	-	-	
5	15300.00	14300.00	-	-	-	-	-	-	-	
6	15500.00	14450.00	-	-	-	-	-	-	-	
Promedio										



Tabla 29

Toma de Datos del ensayo de absorción del adobe reforzado con 5% de pluma de ave.

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”										
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola										
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro									
Fecha:										
Lugar:	Lab. Ensayo De Materiales									
Ensayo:	Absorción De Agua									
Adobe Reforzado con 5% de pluma de ave (pollo)										
Espécimen	Peso Seco (Gr)	Peso Saturado 1 Hora (Gr)	Absorción (%)	Peso Saturado 6 Horas (Gr)	Absorción (%)	Peso Saturado 12 Horas (Gr)	Absorción (%)	Peso Saturado 24 Horas (Gr)	Absorción (%)	Promedio
1	16650.00	15650.00	-	-	-	-	-	-	-	
2	16850.00	15800.00	-	-	-	-	-	-	-	
3	17250.00	16150.00	-	-	-	-	-	-	-	
4	16750.00	15750.00	-	-	-	-	-	-	-	
5	17150.00	16150.00	-	-	-	-	-	-	-	
6	16670.00	15620.00	-	-	-	-	-	-	-	
Promedio										



3.6.2.12. Ensayos de Resistencia a compresión

Equipos y materiales

- Máquina de compresión
- Neopreno
- Escofina
- Regla

Procedimiento

- Se prepararon cubos de adobe de 10 cm de arista, de acuerdo con las Normas E.080 y NTP 331.202.

- Se procedió a medir las dimensiones de cada cubo de adobe en la zona en la que entra en contacto con la máquina de compresión.
- La máquina de compresión se sometió a un proceso de calibración y se instalaron prensas para ajustar la altura de los cubos de adobe en el punto de contacto.
- Se dispusieron placas de soporte y se dio inicio al ensayo de laboratorio.
- La máquina de compresión fue activada y se aplicó una carga de forma gradual.
- Se tomó nota de la cantidad de carga necesaria para que aparecieran las primeras fisuras.

Figura 72

Muestra de adobe de 10x10x10 cm sometido a compresión



Figura 73

Muestra de adobe que superó la fuerza de rotura por compresión



Toma de datos

La toma de datos se realizó de las muestras de adobe para el ensayo de resistencia a la compresión.

Tabla 30

Toma de Datos del ensayo de resistencia a la compresión

Universidad Nacional "Santiago Antúnez De Mayolo"							
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola							
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro						
Fecha:							
Lugar:	3r Geoingeniería S.A.C.						
Ensayo:	Adobe Convencional						
Resistencia a la compresión							
Especimen	Dimensiones		Área	Carga	Fo	Desviación	F'b
	Largo	Ancho	cm2	kg	kg/cm2	estándar δ	kg/cm2
1	9.5	9.5	90.25	770.00			
2	10	9.5	95.00	650.00			
3	9.5	9.5	90.25	630.00			
4	10	9.5	95.00	660.00			
5	10	9.5	95.00	680.00			
6	10	9.5	95.00	700.00			
Promedio							



Tabla 31

Toma de datos del ensayo de resistencia a la compresión del adobe reforzado con 2% de pluma de ave.

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”							
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola							
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro						
Fecha:							
Lugar:	3r Geoingeniería S.A.C.						
Ensayo:	Adobe Reforzado 2 % de pluma						
<u>Resistencia a la compresión</u>							
Especímen	Dimensiones		Área cm ²	Carga kg	Fo kg/cm ²	Desviación estándar δ	F'b kg/cm ²
	Largo	Ancho					
1	9.5	9.50	90.25	820			
2	9.5	9.50	90.25	780			
3	10	9.50	95.00	780			
4	10	9.50	95.00	740			
5	10	9.50	95.00	760			
6	10	9.50	95.00	810			
Promedio							



Tabla 32

Toma de Datos del ensayo de resistencia a la compresión del adobe reforzado con 3% de pluma de ave.

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”							
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola							
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro						
Fecha:							
Lugar:	3r Geoingeniería S.A.C.						
Ensayo:	Adobe Reforzado 3 % de pluma						
Resistencia a la compresión							
Especimen	Dimensiones		Área	Carga	Fo	Desviación	F'b
	Largo	Ancho	cm2	kg	kg/cm2	estándar δ	kg/cm2
1	10.00	9.50	95.00	960			
2	10.00	9.50	95.00	980			
3	10.00	9.50	95.00	910			
4	10.00	9.50	95.00	1,010.00			
5	10.00	9.50	95.00	920			
6	10.00	9.50	95.00	930			
Promedio							



Tabla 33

Toma de Datos del ensayo de resistencia a la compresión del adobe reforzado con 5% de pluma de ave.

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”							
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola							
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro						
Fecha:							
Lugar:	3r Geoingeniería S.A.C.						
Ensayo:	Adobe Reforzado 5 % de pluma						
<u>Resistencia a la compresión</u>							
Especímen	Dimensiones		Área cm ²	Carga kg	Fo kg/cm ²	Desviación estándar δ	F'b kg/cm ²
	Largo	Ancho					
1	10.00	9.50	95.00	1,165.00			
2	10.00	9.50	95.00	1,160.00			
3	10.00	9.50	95.00	1,150.00			
4	10.00	9.50	95.00	1,080.00			
5	10.00	9.50	95.00	1,100.00			
6	9.50	9.50	90.25	1,000.00			
Promedio							



3.6.3. Procesamiento de los datos y análisis estadístico.

3.6.3.1. Pruebas de campo

A) Prueba Granulométrica (Prueba de la Botella):

Procesamiento o cálculo de la prueba

Se realizó una forma sencilla de prueba granulométrica. Se clasificaron los componentes mayoritarios del suelo y se evaluó si era adecuado para la fabricación de adobes.

Tabla 34*Cálculo de datos*

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”					
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola					
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro				
Lugar:	Churap - Independencia				
Ensayo:	Prueba granulométrica (Prueba de la botella)				
	P1			P2	
	Arenas	Limos	Arcillas	Material Orgánico	Resultado
	55-70%	15-25%	10 – 20%	0%	
Muestra 01	62.00	11.00	10.00	0	suelo apto
Muestra 02	65.00	14.00	11.00	0	suelo apto

*Análisis de la prueba*

De la tabla 34 *Cálculo de datos de la prueba de campo de la prueba granulométrica (prueba de la botella)*, en base a las muestras obtenidas en campo que se dejaron reposar durante 24 horas para visualizar la sedimentación del suelo, por lo que se determinó que son suelos aptos para la elaboración de adobes.

Prueba de cinta de barro:*Procesamiento o cálculo de la prueba*

Es un método sencillo para evaluar la calidad del suelo para la elaboración de adobes. Una muestra que no se puede moldear en una cinta de 5 cm de ancho indica que no es adecuada para este propósito.

Tabla 35*Cálculo de datos de la prueba de campo de la prueba de cinta de barro.*

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”				
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola				
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro			
Fecha:				
Lugar:	Churap - Independencia			
Ensayo:	Prueba De La Cinta De Barro			
	Suelo Arcilloso	Suelo Aceptable	Suelo arenoso	Resultado
	\geq a 15 cm	15 cm y 20 cm	\leq a 5 cm	
Muestra 01	x			suelo no apto
Muestra 02		x		suelo apto
Muestra 03		x		suelo apto

*Análisis de la prueba*

Según la tabla 35, que presenta los resultados de la prueba de cinta de barro realizada en campo, solo una de las muestras de suelo no cumple con los requisitos para la elaboración de adobes.

Prueba de plasticidad o resistencia seca:*Procesamiento o cálculo de la prueba*

Se realizó para evaluar la idoneidad del suelo para la elaboración de adobes. Un suelo con baja plasticidad o resistencia secano es adecuado para este propósito.

Tabla 36

Cálculo de datos de la prueba de campo – prueba de la resistencia seca.

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”			
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola			
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro		
Fecha:			
Lugar:	Churap - Independencia		
Ensayo:	Prueba De La Resistencia Seca		
	Tiene arcilla	No tiene arcilla	Resultado
Muestra 01	x		suelo apto
Muestra 02		x	suelo no apto
Muestra 03	x		suelo apto



Análisis de la prueba

De la tabla 36 *Cálculo de datos de la prueba de campo – prueba de la resistencia seca*, en base a las muestras obtenidas en campo se determinó que solo un suelo de la muestra 02 no es apto para la elaboración de adobes debido a la rotura de la bola.

3.6.3.2. Ensayo

A) Contenido de Humedad:

Procesamiento o cálculo de la prueba

El contenido de humedad de cada muestra de suelo se calculó utilizando la siguiente ecuación (3.1).

$$H = \frac{W_0 - W}{W} \times 100 \quad (3.5)$$

Donde:

H: Contenido de humedad del suelo (%)

Wo: Peso húmedo del suelo (gr.)

W: Peso seco del suelo (gr)

Tabla 37

Cálculo de Datos del ensayo de contenido de humedad en la calicata 01 (C-01).

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”			
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola			
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro		
Fecha:			
Lugar:	Laboratorio De Mecánica De Suelos		
Ensayo:	Contenido De Humedad (C-01)		
	Calicata 01	Muestra 01	Muestra 02
Recipiente (Gr.)		605.00	604.00
Peso De Recipiente + Suelo Húmedo (Gr.)		2561.30	2632.23
Peso De Recipiente + Suelo Seco (Gr.)		2350.18	2450.48
Peso Del Agua (Gr.)		211.12	181.75
Peso Del Suelo Húmedo (Gr.)		1956.30	2028.23
Peso Del Suelo Seco (Gr.)		1745.18	1846.48
Porcentaje De Humedad (%)		12.10	9.84



Gráfico 4

Diagrama de barras del contenido de humedad – C- 01

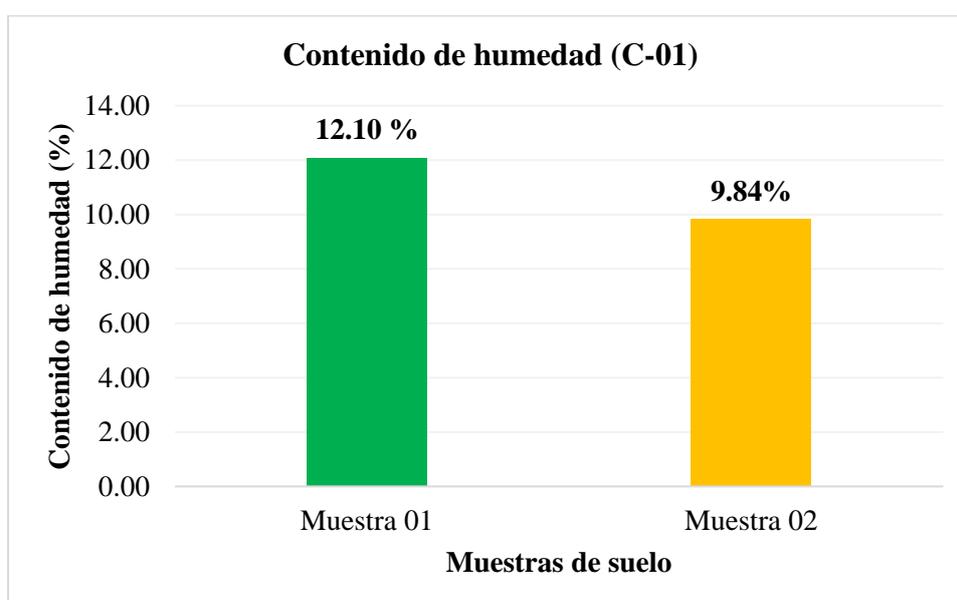


Tabla 38

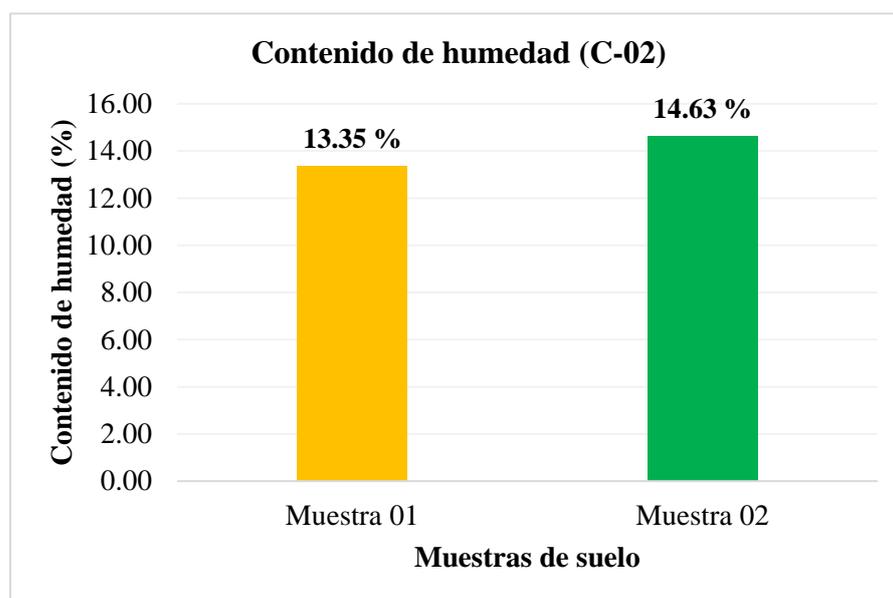
Cálculo de Datos del ensayo de contenido de humedad en la calicata 01 (C-01).

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”			
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola			
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro		
Fecha:			
Lugar:	Laboratorio De Mecánica De Suelos		
Ensayo:	Contenido De Humedad (C-02)		
	Calicata 01	Muestra 01	Muestra 02
Recipiente (Gr.)		605.00	604.00
Peso De Recipiente + Suelo Húmedo (Gr.)		2913.00	2954.30
Peso De Recipiente + Suelo Seco (Gr.)		2641.16	2654.36
Peso Del Agua (Gr.)		271.84	299.94
Peso Del Suelo Húmedo (Gr.)		2308.00	2350.30
Peso Del Suelo Seco (Gr.)		2036.16	2050.36
Porcentaje De Humedad (%)		13.35	14.63



Gráfico 5

Diagrama de barras del contenido de humedad – C- 02



Análisis de la prueba

Según los resultados del análisis de humedad, la muestra 01 de la C-01 obtuvo un valor de 9,84 %, que es uno de los más bajos. En cambio, la muestra 02 de la C-02 obtuvo un valor de 14,63 %, que es el más alto. Este último valor es el adecuado para la elaboración de adobes.

B) Límites de consistencia de Atterberg:

Límite líquido

Procesamiento o cálculo de la prueba

Se aplicó la ecuación (3.2) para obtener el peso de suelo húmedo, restando el peso del recipiente al peso del suelo húmedo y el recipiente. Este cálculo se realizó después de haber pesado el suelo y los recipientes vacíos y con contenido de suelo, siguiendo el procedimiento establecido.

$$W_o = ((W_r + W_o) - W_r) \quad (3.6)$$

Donde:

Wo: Peso de la muestra húmeda del suelo (gr)

Wr: Peso del recipiente (gr)

Una vez retirada la muestra seca del horno, se realizó la diferencia entre el peso de la muestra seca y el peso del recipiente, utilizando la siguiente ecuación (3.3):

$$W = ((W_r + W) - W_r) \quad (3.7)$$

Donde:

W: Peso de la muestra seca del suelo (gr)

Wr: Peso del recipiente (gr)

Para el cálculo del porcentaje del contenido de humedad se usó la siguiente ecuación (3.4):

$$H = \frac{W_o - W}{W} \times 100\% \quad (3.8)$$

Donde:

W: Peso de la muestra de suelo (gr)

Wo: Peso de la muestra húmeda del suelo (gr)

Tabla 39

Cálculo de Datos del ensayo de laboratorio de límite líquido C-01.

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”				
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola				
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro			
Fecha:				
Lugar:	Laboratorio de Mecánica de Suelos			
Ensayo:	Límites De Atterberg - Límite Líquido			
Muestra De Suelo - C 01				
Muestra	1	2	3	4
Número de golpes	15	24	32	45
Recipiente (gr.)	18.91	18.91	18.91	18.91
Peso de recipiente + suelo húmedo (gr.)	34.83	32.84	35.08	37.31
Peso de recipiente + suelo seco (gr.)	31.06	29.88	31.65	33.5
Peso del agua (gr.)	3.77	2.96	3.43	3.81
Peso del suelo seco (gr.)	12.15	10.97	12.74	14.59
Porcentaje de humedad (%)	31.03	26.98	26.92	26.11



Gráfico 6

Gráfico del límite líquido de la muestra de suelo – C 01

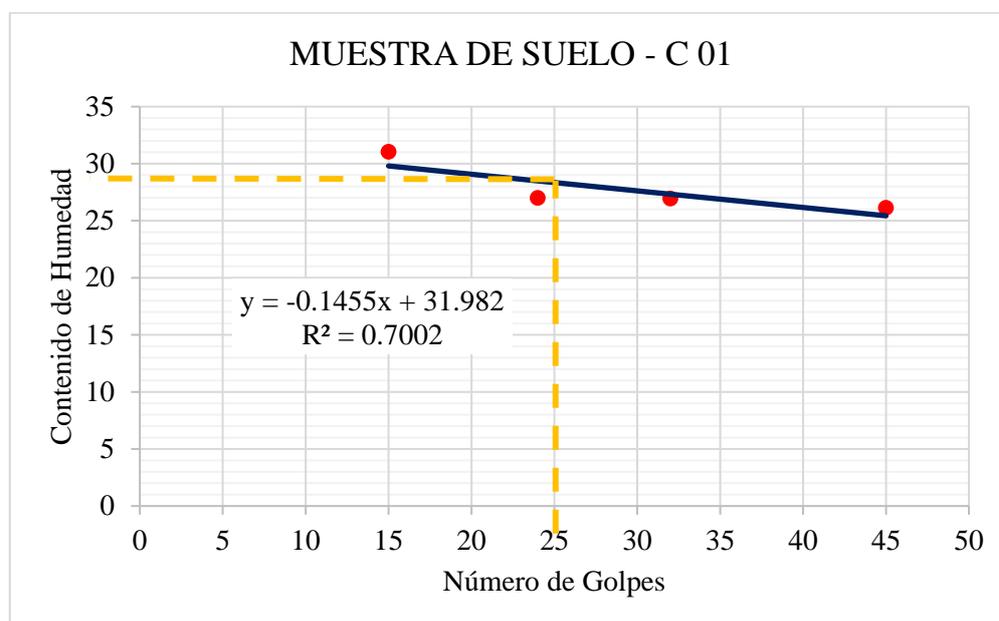


Tabla 40

Cálculo de Datos del ensayo de laboratorio de límite líquido C-02.

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”

Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola

Responsable: Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro

Fecha:

Lugar: Laboratorio de Mecánica de Suelos

Ensayo: Límites De Atterberg - Límite Líquido

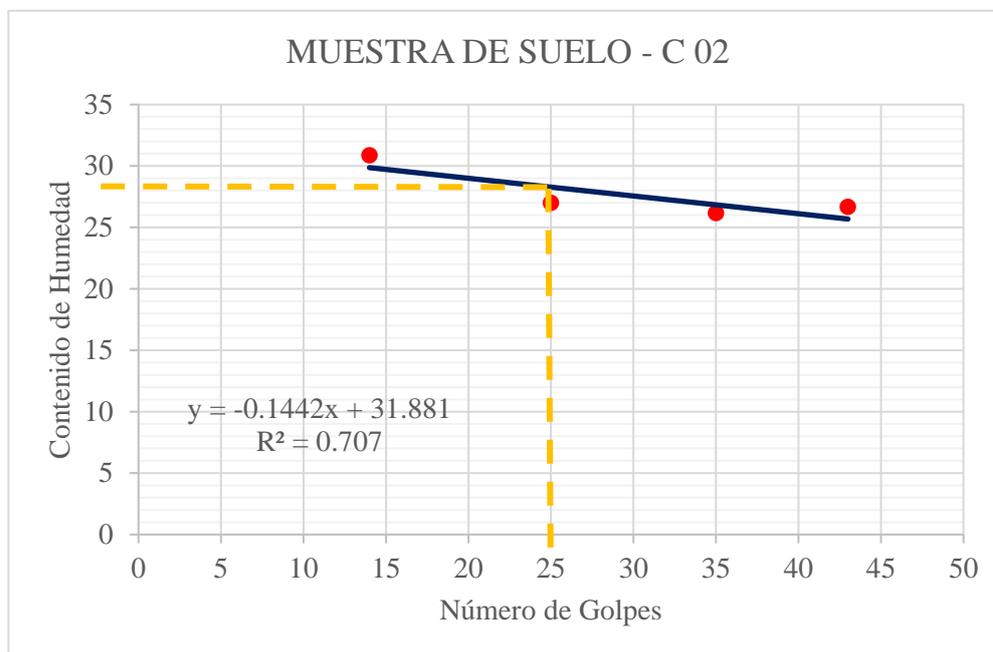


Muestra De Suelo - C 02

Muestra	1	2	3	4
Número de golpes	14	25	35	43
Recipiente (gr.)	18.91	18.91	18.91	18.91
Peso de recipiente + suelo húmedo (gr.)	33.5	32.84	36.08	35.3
Peso de recipiente + suelo seco (gr.)	30.06	29.88	32.52	31.85
Peso del agua (gr.)	3.44	2.96	3.56	3.45
Peso del suelo seco (gr.)	11.15	10.97	13.61	12.94
Porcentaje de humedad (%)	30.85	26.98	26.16	26.66

Gráfico 7

Gráfico del límite líquido de la muestra de suelo – C 02



Análisis de la prueba

Los valores obtenidos de la prueba de Casagrande se representaron en un gráfico semilogarítmico, en el que el contenido de humedad se representa en el eje vertical y el número de golpes en el eje horizontal. Una línea de tendencia se trazó a través de los puntos para determinar el límite líquido de cada muestra.

Tabla 41

Contenido de humedad de los suelos a los 25 golpes.

Muestra de suelo – C01	26.97 %
Muestra de suelo – C02	26.98 %

Límite plástico

Procesamiento o cálculo de la prueba

Se obtuvo el peso del suelo húmedo restando el peso del recipiente vacío al peso del recipiente con muestra de suelo, de acuerdo con la ecuación (3.5):

$$W_o = ((W_r + W_o) - W_r) \quad (3.9)$$

Donde:

Wo: Peso de la muestra húmeda del suelo (gr)

Wr: Peso del recipiente (gr)

Una vez retirada la muestra seca del horno, se calculó el peso de la muestra seca como la diferencia entre el peso de la muestra seca y el peso del recipiente, utilizando la siguiente ecuación (3.6):

$$W = ((W_r + W) - W_r) \quad (3.10)$$

Donde:

W: Peso de la muestra seca del suelo (gr)

Wr: Peso del recipiente (gr)

Para el cálculo del porcentaje del contenido de humedad se usó la siguiente ecuación (3.7):

$$H = \frac{W_o - W}{W} \times 100\% \quad (3.11)$$

Donde:

W: Peso de la muestra seca del suelo (gr)

Wo: Peso de la muestra húmeda del suelo (gr)

Tabla 42

Contenido de humedad de los suelos de la muestra C-01.

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”		
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola		
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro	
Fecha:		
Lugar:	Laboratorio de Mecánica de Suelos	
Ensayo:	Límites De Atterberg - Límite Plástico	
Muestra De Suelo - C 01		
Muestra	1	2
Recipiente (gr.)	18.91	18.91
Peso de recipiente + suelo húmedo (gr.)	26.42	26.58
Peso de recipiente + suelo seco (gr.)	25.16	25.23
Peso del agua (gr.)	1.26	1.35
Peso del suelo seco (gr.)	6.25	6.32
Porcentaje de humedad (%)	20.16	21.36



Tabla 43*Contenido de humedad de los suelos de la muestra C-02.*

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”		
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola		
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro	
Fecha:		
Lugar:	Laboratorio de Mecánica de Suelos	
Ensayo:	Límites De Atterberg - Límite Plástico	
Muestra De Suelo - C 02		
Muestra	1	2
Recipiente (gr.)	18.91	18.91
Peso de recipiente + suelo húmedo (gr.)	26.51	26.53
Peso de recipiente + suelo seco (gr.)	25.23	25.27
Peso del agua (gr.)	1.28	1.26
Peso del suelo seco (gr.)	6.32	6.36
Porcentaje de humedad (%)	20.25	19.81

*Análisis de la prueba*

Con los valores obtenidos del porcentaje de humedad se pudo determinar el límite plástico de las muestras

Tabla 44*Contenido de humedad de los suelos.*

Muestra de suelo – C01	20.76 %
Muestra de suelo – C02	20.03 %

Índice de Plasticidad

Se calculó la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico obtenidos de cada muestra, según la siguiente ecuación (3.8):

$$I.P. = L.L. - L.P. \quad (3.12)$$

Donde:

I.P.: Índice de plasticidad

L.L.: Límite líquido

L.P.: Límite plástico

Tabla 45*Índice de plasticidad*

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo” Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola		
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro	
Fecha:		
Lugar:	Laboratorio De Mecánica De Suelos	
Ensayo:	Índice De Plasticidad	
		
Muestra	Suelo 01 (C-01)	Suelo 02 (C-02)
Límite Líquido	28.00	28.00
Límite Plástico	21.00	21.00
Índice De Plasticidad	7.00	7.00

Análisis de la prueba

Debido a que para el índice de plasticidad se utilizan números enteros, para las muestras el índice de plasticidad es del 7%.

C) Análisis granulométrico:*Procesamiento o cálculo de la prueba*

Es un ensayo que permite determinar la distribución de tamaños de partículas de un suelo. Para ello, se separa una muestra de suelo en fracciones de diferentes tamaños, utilizando una serie de tamices con aberturas de mallas progresivamente menores.

Una vez obtenidos los pesos retenidos en cada tamiz, se calculan los siguientes porcentajes:

- Porcentaje de peso retenido: representa la proporción entre el peso que se mantiene en el tamiz y el peso total de la muestra.
- Porcentaje retenido acumulado: corresponde a la suma de los porcentajes de pesos retenidos en todos los tamices previos al tamiz en cuestión.

- Porcentaje que atraviesa un tamiz: indica la relación entre el peso que atraviesa un tamiz específico y el peso total de la muestra.

Tabla 46

Análisis granulométrico de la Muestra 01.

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”					
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola					
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro				
Fecha:					
Lugar:	Laboratorio de Mecánica de Suelos.				
Ensayo:	Análisis Granulométrico				
Granulometría de la muestra 01					
Malla	P1			P2	
	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Retenido	Porcentaje acumulado (%) Que pasa
3”	76.20	0.00	0.000	0.00	100.00
2”	50.80	0.00	0.000	0.00	100.00
1 ½”	38.10	0.00	0.000	0.00	100.00
1”	25.40	0.00	0.000	0.00	100.00
¾”	19.05	0.00	0.000	0.00	100.00
½”	12.50	0.00	0.000	0.00	100.00
3/8”	9.53	63.83	8.348	8.35	91.65
Nº 4	4.76	114.10	14.923	23.27	76.73
Nº 8	2.00	101.78	13.311	36.58	63.42
Nº 16	1.00	140.82	18.417	55.00	45.00
Nº 30	0.60	127.75	16.708	71.71	28.29
Nº 50	0.30	123.70	16.178	87.89	12.11
Nº 100	0.15	92.21	12.060	99.95	0.05
Nº 200	0.07	0.19	0.025	99.97	0.03
Fondo	0.00	0.23	0.030	100.00	0.00
Total		764.61	100.000		



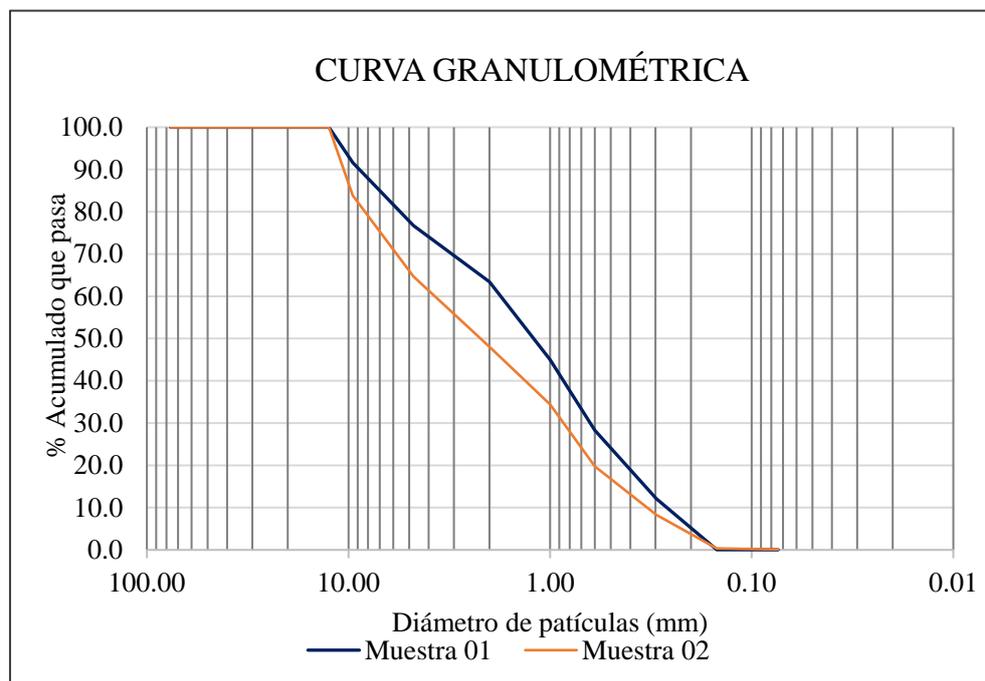
Tabla 47*Análisis granulométrico de la Muestra 02.*

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”					
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola					
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro				
Fecha:					
Lugar:	Laboratorio de Mecánica de Suelos.				
Ensayo:	Análisis Granulométrico				
Granulometría de la muestra 02					
Malla	P1		P2		
	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje acumulado (%) Retenido	Que pasa
3”	76.20	0.00	0.000	0.00	100.00
2”	50.80	0.00	0.000	0.00	100.00
1 ½”	38.10	0.00	0.000	0.00	100.00
1”	25.40	0.00	0.000	0.00	100.00
¾”	19.05	0.00	0.000	0.00	100.00
½”	12.50	0.00	0.000	0.00	100.00
3/8”	9.53	136.26	16.158	16.16	83.84
Nº 4	4.76	161.51	19.152	35.31	64.69
Nº 8	2.00	140.40	16.649	51.96	48.04
Nº 16	1.00	114.88	13.623	65.58	34.42
Nº 30	0.60	123.71	14.670	80.25	19.75
Nº 50	0.30	96.75	11.473	91.72	8.28
Nº 100	0.15	66.71	7.911	99.63	0.37
Nº 200	0.07	2.07	0.245	99.88	0.12
Fondo	0.00	1.01	0.120	100.00	0.00
Total		843.30	100.000		



Gráfico 8

Curva Granulométrica



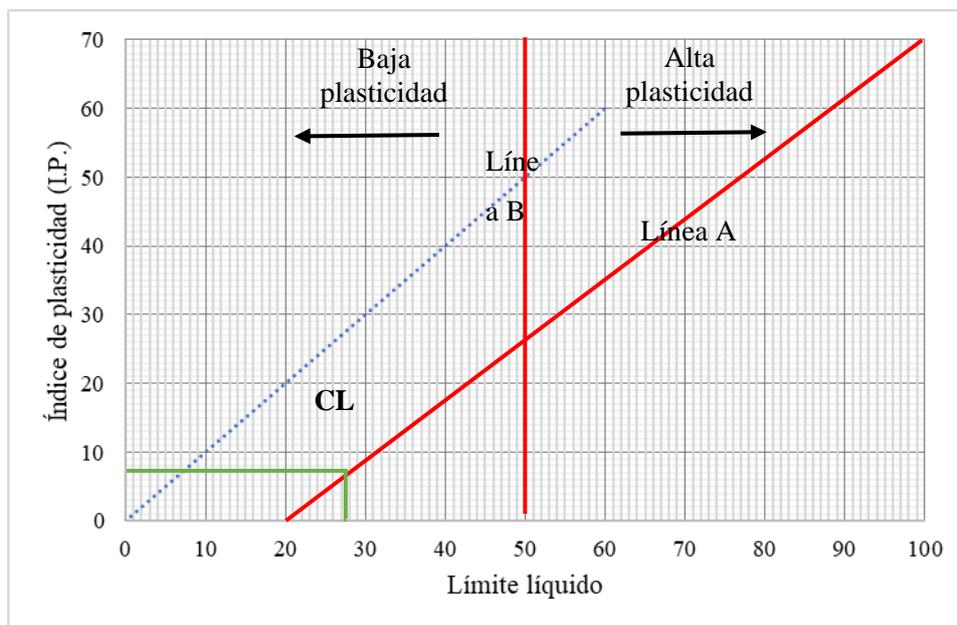
Grava:	35.85	Arena:	64.13	Finos:	0.02
Muestra 01	D60	1.81	D40	0.88	
	D30	0.64	D10	0.27	

Grava:	35.31	Arena:	64.57	Finos:	0.12
Muestra 02	D60	3.98	D40	1.41	
	D30	0.88	D10	0.34	

En el gráfico 8, podemos observar la evolución del porcentaje acumulado que pasa a través de las aberturas (medidas en milímetros) de los tamices. Comienza con un valor alto en el tamiz de 3/8", disminuyendo gradualmente hasta alcanzar un 0.12% en el tamiz N° 200. También es evidente que el porcentaje de arena en las dos muestras es del 64.13% y 64.57%, respectivamente. Como resultado, el suelo analizado resulta adecuado para la fabricación de adobes, ya que se encuentra dentro del rango establecido por la Norma E.080 (Arena 55-70%).

Gráfico 9

Sistema de clasificación SUCS mediante el ábaco de Casagrande



Nota: El gráfico de Índice de plasticidad del suelo en relación con el límite líquido, muestra que los suelos analizados tienen baja plasticidad debido a que el límite líquido es menor de 50.

Análisis de la prueba

Según la curva granulométrica de la muestra 01 indica que existe una reducida variabilidad en los tamaños de partículas del suelo, y el mismo caso se presenta en la muestra del suelo 02, además los suelos analizados están por encima de la Línea "A", por lo que se puede resaltar que es un suelo de grano fino, con un índice de plasticidad igual a 7, por lo que se encuentra en la clasificación como CL (Arcilla limosa con arena) debido a que el límite líquido de las muestras fue 20.76 y 20.66 respectivamente valores menores a 50.

3.6.3.3. Ensayos de Propiedades físicas del adobe

A) *Alabeo:*

Procesamiento o cálculo de la prueba

Se realizó la medición simple del alabeo de los adobes. Para ello, se tomaron dos medidas de concavidad y convexidad de manera diagonal en cada cara del adobe. El promedio de estos resultados se utilizó para valorar el alabeo de cada muestra de adobe.

Tabla 48

Cálculo del alabeo del adobe convencional

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”				
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola				
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro			
Fecha:				
Lugar:	Lab. Ensayo De Materiales			
Ensayo:	Alabeo			
Adobe convencional				
Especimen	Cara A		Cara B	
	Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
1	2.50	-	1.50	-
2	1.70	-	2.00	-
3	1.30	-	2.00	-
4	2.00	-	1.70	-
5	1.50	-	2.00	-
6	1.80	-	2.00	-
Promedio (mm)	1.80	-	1.87	-
Cóncavo promedio			1.83	
Convexidad promedio			-	
Alabeo promedio			1.83	



Tabla 49*Cálculo del alabeo del adobe reforzado con 2% de pluma de ave (pollo).*

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”				
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola				
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro			
Fecha:				
Lugar:	Lab. Ensayo De Materiales			
Ensayo:	Alabeo			
Adobe Reforzado con 2% de pluma de ave				
Espécimen	Cara A		Cara B	
	Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
1	2.00	-	2.50	-
2	2.00	-	1.50	-
3	1.80	-	1.50	-
4	2.50	-	1.80	-
5	1.50	-	2.00	-
6	2.00	-	2.00	-
Promedio (mm)	1.97	-	1.88	-
Cóncavo promedio			1.93	
Convexidad promedio			-	
Alabeo promedio			1.93	



Tabla 50*Cálculo del alabeo del Adobe Reforzado con 3% de pluma de ave (pollo).*

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”				
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola				
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro			
Fecha:				
Lugar:	Lab. Ensayo De Materiales			
Ensayo:	Alabeo			
Adobe Reforzado con 3% de pluma de ave				
Espécimen	Cara A		Cara B	
	Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
1	1.00	-	1.50	-
2	2.00	-	1.30	-
3	1.30	-	1.80	-
4	1.50	-	2.00	-
5	2.00	-	1.30	-
6	1.00	-	1.00	-
Promedio (mm)	1.47	-	1.48	-
Cóncavo promedio			1.48	
Convexidad promedio			-	
Alabeo promedio			1.48	



Tabla 51*Cálculo del alabeo del adobe reforzado con 5% de pluma de ave (pollo)*

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”				
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola				
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro			
Fecha:				
Lugar:	Lab. Ensayo De Materiales			
Ensayo:	Alabeo			
Adobe Reforzado con 5% de pluma de ave				
Espécimen	Cara A		Cara B	
	Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
1	1.50	-	2.00	-
2	2.00	-	3.50	-
3	3.00	-	2.00	-
/4	2.00	-	2.50	-
5	1.00	-	2.00	-
6	2.00	-	3.00	-
Promedio (mm)	1.92	-	2.50	-
Cóncavo promedio			2.21	
Convexidad promedio			-	
Alabeo promedio			2.21	

*Análisis de la prueba*

De las evidencias obtenidas en el ensayo de alabeo se pudo apreciar que el alabeo en el adobe convencional y los reforzados con pluma de ave (pollo), no presentan convexidad debido a que el desmoldado de las unidades de adobe influyeron en que las unidades de adobe tengan una tendencia a la concavidad.

B) Succión:*Procesamiento o cálculo de la prueba*

Para calcular la succión de agua en las unidades de adobe, se consideró los siguientes factores:

- El área de contacto entre la unidad de adobe y el agua se estableció en 200 cm².
- La succión se expresará en gramos por minuto por cada 200 cm².

$$Succión = \frac{(W_{su} - W_{se}) \times 200}{A} \quad (3.13)$$

Donde:

W_{su}: Peso de unidad en succión (gr).

W_{se}: Peso de unidad en seco (gr).

A: Área de contacto de la unidad (cm²).

Tabla 52

Cálculo de succión del adobe convencional

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”										
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola										
Responsable:		Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro								
Fecha:										
Lugar:		Lab. Ensayo De Materiales								
Ensayo:		Succión De Agua								
Adobe Convencional										
Especimen	Dimensiones			Peso Seco (Gr)	Peso Succionado (Gr)	Tiempo (Min.)	Succión (G/Min/200cm ²)	Desviación Estándar δ	Succión (G/Min/200cm ²)	Promedio
	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Área De Contacto (Cm ²)							
1	39.00	20.00	780.00	15200.00	15450	1 min.	9.20	54.90	9.20	
2	39.00	19.50	760.50	16300.00	16500	1 min.	9.20	43.40	9.20	
3	38.50	20.00	770.00	15800.00	15950	1 min.	9.20	29.76	9.20	
4	39.50	19.50	770.25	15300.00	15500	1 min.	9.20	42.73	9.20	40.69
5	39.00	19.00	741.00	16100.00	16250	1 min.	9.20	31.28	9.20	
6	39.00	20.00	780.00	15400.00	15600	1 min.	9.20	42.08	9.20	
Promedio	39.00	19.67	766.96	15683.33	15875			40.69		



Tabla 53

Cálculo de succión del adobe reforzado con 2% de pluma de ave (pollo)

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo” Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola										
Responsable:		Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro								
Fecha:										
Lugar:		Lab. Ensayo De Materiales								
Ensayo:		Succión De Agua								
adobe reforzado con 2% de pluma de ave (pollo)										
Espécimen	Dimensiones	Area De Contacto (cm ²)	Peso Seco (Gr)	Peso Succionado (Gr)	Tiempo (Min.)	Succión (G/Min/200 cm ²)	Desviación Estándar δ	Succión (G/Min/200 cm ²)	Promedio	
1	40.00	20.50	820.00	17500.00	17700.00	1 min.	48.78	6.81	41.97	
2	39.50	20.00	790.00	17300.00	17450.00	1 min.	37.97	6.81	31.16	
3	39.00	19.50	760.50	17450.00	17650.00	1 min.	52.60	6.81	45.78	
4	39.50	20.00	790.00	17500.00	17650.00	1 min.	37.97	6.81	31.16	
5	39.50	20.00	790.00	17800.00	18000.00	1 min.	50.63	6.81	43.82	
6	39.00	19.50	760.50	17400.00	17550.00	1 min.	39.45	6.81	32.63	
Promedio	40.00	20.50	820.00	17500.00	17700.00					



Tabla 54*Cálculo de succión del adobe reforzado con 3% de pluma de ave (pollo)***Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”****Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola**

Responsable: Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro

Fecha:

Lugar: Lab. Ensayo De Materiales

Ensayo: **Succión De Agua****Adobe Reforzado con 3% de pluma de ave (pollo)**

Espécimen	Dimensiones		Área De Contacto (Cm²)	Peso Seco (Gr)	Peso Succionado (Gr)	Tiempo (Min.)	Succión (G/Min/200cm²)	Desviación Estándar δ (G/Min/200cm²)	Promedio
1	39.00	19.00	741.00	15300.00	15500.00	1 min.	53.98	8.01	45.97
2	38.00	19.50	741.00	15800.00	16000.00	1 min.	53.98	8.01	45.97
3	39.50	19.50	770.25	15850.00	16000.00	1 min.	38.95	8.01	30.94
4	38.00	19.00	722.00	15950.00	16100.00	1 min.	41.55	8.01	33.54
5	39.50	19.00	750.50	15300.00	15500.00	1 min.	53.30	8.01	45.29
6	40.00	20.00	800.00	15500.00	15650.00	1 min.	37.50	8.01	29.49
Promedio	39.00	19.00	741.00	15300.00	15500.00				38.54

Tabla 55

Cálculo de succión del adobe reforzado con 3% de pluma de ave (pollo)

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”										
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola										
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro									
Fecha:										
Lugar:	Lab. Ensayo De Materiales									
Ensayo:	Succión De Agua									
Adobe Reforzado con 5% de pluma de ave (pollo)										
Espécimen	Dimensiones				Peso Seco (Gr)	Peso Succionado (Gr.)	Tiempo (Min.)	Succión (G/Min/200cm ²)	Desviación Estándar δ Succión	Promedio
	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Area De Contacto (Cm ²)							
1	39.00	20.00	780.00	15200.00	15450	1 min.	51.28	7.47	43.81	
2	39.00	19.50	760.50	16300.00	16500	1 min.	37.05	7.47	29.58	
3	38.50	20.00	770.00	15800.00	15950	1 min.	36.59	7.47	29.11	
4	39.50	19.50	770.25	15300.00	15500	1 min.	51.28	7.47	43.81	34.17
5	39.00	19.00	741.00	16100.00	16250	1 min.	37.05	7.47	29.58	
6	39.00	20.00	780.00	15400.00	15600	1 min.	36.59	7.47	29.11	
Promedio	39.00	19.67	766.96	15683.33	15875					



Análisis de la prueba

De las evidencias obtenidas en el ensayo de succión se pudo apreciar que el adobe reforzado con 2% de pluma de ave (pollo) y el adobe convencional succionaron mayor cantidad de agua.

C) Absorción:

Procesamiento o cálculo de la prueba

Para calcular se utilizaron los siguientes datos, considerando que las unidades de adobe se sumergieron durante 24 horas:

- Peso saturado de las unidades de adobe.
- Peso seco de las unidades de adobe.

La diferencia entre estos dos pesos se utilizó para calcular la absorción de agua en el adobe mediante la siguiente ecuación (3.10)

$$W_a = W_s - W_d \quad (3.14)$$

Donde:

Wa: Peso del agua absorbida (gr.)

Ws: Peso saturado de la unidad de adobe (gr)

Wd: Peso de la unidad de adobe (gr)

Lo que es más importante para calcular el porcentaje de absorción se utilizó la siguiente ecuación (3.11):

$$\text{Absorción \%} = 100 \times \frac{(W_s - W_d)}{W_d} \quad (3.15)$$

Donde:

Absorción %: Porcentaje de absorción de agua (%)

Ws: Peso saturado de la unidad de adobe (gr)

Wd: Peso de la unidad de adobe (gr)

Tabla 56*Cálculo de absorción del adobe convencional.*

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”										
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola										
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro									
Fecha:										
Lugar:	Lab. Ensayo De Materiales									
Ensayo:	Absorción De Agua									
Adobe Convencional										
Espécimen	Peso Seco (Gr)	Peso Saturado 1 Hora (Gr)	Absorción (%)	Peso Saturado 6 Horas (Gr)	Absorción (%)	Peso Saturado 12 Horas (Gr)	Absorción (%)	Peso Saturado 24 Horas (Gr)	Absorción (%)	Promedio
1	15200.00	14100.00	7.24	-	-	-	-	-	-	
2	16300.00	15300.00	6.13	-	-	-	-	-	-	
3	15800.00	14750.00	6.65	-	-	-	-	-	-	
4	15300.00	14200.00	7.19	-	-	-	-	-	-	6.71
5	16100.00	15100.00	6.21	-	-	-	-	-	-	
6	15400.00	14350.00	6.82	-	-	-	-	-	-	
Promedio			6.71							



Tabla 57*Cálculo de absorción del adobe reforzado con 2% de pluma de ave (pollo).*

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”										
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola										
Responsable:		Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro								
Fecha:										
Lugar:		Lab. Ensayo De Materiales								
Ensayo:		Absorción De Agua								
adobe reforzado con 2% de pluma de ave (pollo)										
Espécimen	Peso Seco (Gr)	Peso Saturado 1 Hora (Gr)	Absorción (%)	Peso Saturado 6 Horas (Gr)	Absorción (%)	Peso Saturado 12 Horas (Gr)	Absorción (%)	Peso Saturado 24 Horas (Gr)	Absorción (%)	Promedio
1	17500.00	16500.00	5.71	-	-	-	-	-	-	
2	17300.00	16250.00	6.07	-	-	-	-	-	-	
3	17450.00	16350.00	6.30	-	-	-	-	-	-	
4	17500.00	16500.00	5.71	-	-	-	-	-	-	5.91
5	17800.00	16800.00	5.62	-	-	-	-	-	-	
6	17400.00	16350.00	6.03	-	-	-	-	-	-	
Promedio			5.91							



Tabla 58*Cálculo de absorción del adobe reforzado con 3% de pluma de ave (pollo).*

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”										
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola										
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro									
Fecha:										
Lugar:	Lab. Ensayo De Materiales									
Ensayo:	Absorción De Agua									
adobe reforzado con 3% de pluma de ave (pollo)										
Espécimen	Peso Seco (Gr)	Peso Saturado 1 Hora (Gr)	Absorción (%)	Peso Saturado 6 Horas (Gr)	Absorción (%)	Peso Saturado 12 Horas (Gr)	Absorción (%)	Peso Saturado 24 Horas (Gr)	Absorción (%)	Promedio
1	15300.00	14300.00	6.54	-	-	-	-	-	-	
2	15800.00	14750.00	6.65	-	-	-	-	-	-	
3	16100.00	15000.00	6.83	-	-	-	-	-	-	
4	15950.00	14950.00	6.27	-	-	-	-	-	-	6.60
5	15300.00	14300.00	6.54	-	-	-	-	-	-	
6	15500.00	14450.00	6.77	-	-	-	-	-	-	
Promedio			6.60							



Tabla 59*Cálculo de absorción del adobe reforzado con 5% de pluma de ave (pollo).*

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”										
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola										
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro									
Fecha:										
Lugar:	Lab. Ensayo De Materiales									
Ensayo:	Absorción De Agua									
Adobe Reforzado con 5% de pluma de ave (pollo)										
Especimen	Peso Seco (Gr)	Peso Saturado 1 Hora (Gr)	Absorción (%)	Peso Saturado 6 Horas (Gr)	Absorción (%)	Peso Saturado 12 Horas (Gr)	Absorción (%)	Peso Saturado 24 Horas (Gr)	Absorción (%)	Promedio
1	16650.00	15650.00	6.01	-	-	-	-	-	-	
2	16850.00	15800.00	6.23	-	-	-	-	-	-	
3	17250.00	16150.00	6.38	-	-	-	-	-	-	
4	16750.00	15750.00	5.97	-	-	-	-	-	-	6.12
5	17150.00	16150.00	5.83	-	-	-	-	-	-	
6	16670.00	15620.00	6.30	-	-	-	-	-	-	
Promedio			6.12							

*Análisis de la prueba*

De las evidencias obtenidas en el ensayo de absorción se pudo apreciar la pérdida del peso de las unidades de adobe al estar en saturación durante 1 hora, después de las 3 horas de estar sumergidos en agua empezó el desmoronamiento de las muestras, pasadas las 7 horas se observó una pérdida de la masa que no soportaron las 12 horas de estar sumergidas en agua.

3.6.3.4. Ensayo de Resistencia a la compresión

Procesamiento o cálculo de la prueba

Según la Norma E-080, el adobe debe tener una resistencia mínima a la compresión de $f_o = 10.2 \text{ kgf/cm}^2$. Para determinar este valor, se aplicó la fórmula (3.12):

$$f_o = \frac{F}{A} \quad (3.16)$$

Donde:

Fo: Resistencia a la compresión del adobe (kgf/cm²)

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

A: Área de contacto con la fuerza que se ejerce (cm²)

$$f' b = f_o - \delta \quad (3.17)$$

Donde:

Fo: Resistencia a la compresión del adobe (kgf/cm²)

δ : Desviación estándar

Tabla 60

Determinación de la fuerza resistente a la compresión del adobe convencional.

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”							
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola							
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro						
Fecha:							
Lugar:	3r Geoingeniería S.A.C.						
Ensayo:	Adobe Convencional						
							
Resistencia a la compresión							
Especímen	Dimensiones		Área cm ²	Carga kg	Fo kg/cm ²	Desviación estándar δ	F'b kg/cm ²
	Largo	Ancho					
1	9.5	9.5	90.25	770.00	8.532	0.63	7.90
2	10	9.5	95.00	650.00	6.842	0.63	6.21
3	9.5	9.5	90.25	630.00	6.981	0.63	6.35
4	10	9.5	95.00	660.00	6.947	0.63	6.32
5	10	9.5	95.00	680.00	7.158	0.63	6.53
6	10	9.5	95.00	700.00	7.368	0.63	6.74
Promedio					7.30	0.63	6.68

Tabla 61

Determinación de la fuerza resistente a la compresión del adobe reforzado con 2% de pluma de ave (pollo).

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”							
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola							
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro						
Fecha:							
Lugar:	3r Geoingeniería S.A.C.						
Ensayo:	adobe reforzado 2 % de pluma						
							
<u>Resistencia a la compresión</u>							
Especímen	Dimensiones		Área cm ²	Carga kg	Fo kg/cm ²	Desviación estándar δ	F'b kg/cm ²
	Largo	Ancho					
1	9.5	9.50	90.25	820	9.086	0.47	8.61
2	9.5	9.50	90.25	780	8.643	0.47	8.17
3	10	9.50	95.00	780	8.211	0.47	7.74
4	10	9.50	95.00	740	7.789	0.47	7.32
5	10	9.50	95.00	760	8.000	0.47	7.53
6	10	9.50	95.00	810	8.526	0.47	8.06
Promedio					8.38	0.47	7.90

Tabla 62

Determinación de la fuerza resistente a la compresión del adobe reforzado con 3% de pluma de ave (pollo).

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”							
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola							
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro						
Fecha:							
Lugar:	3r Geoingeniería S.A.C.						
Ensayo:	Adobe Reforzado 3 % de pluma						
							
<u>Resistencia a la compresión</u>							
Especímen	Dimensiones		Área cm ²	Carga kg	Fo kg/cm ²	Desviación estándar δ	F'b kg/cm ²
	Largo	Ancho					
1	10.00	9.50	95.00	960	10.105	0.41	9.70
2	10.00	9.50	95.00	980	10.316	0.41	9.91
3	10.00	9.50	95.00	910	9.579	0.41	9.17
4	10.00	9.50	95.00	1,010.00	10.632	0.41	10.22
5	10.00	9.50	95.00	920	9.684	0.41	9.28
6	10.00	9.50	95.00	930	9.789	0.41	9.38
Promedio					10.02		9.61

Tabla 63

Determinación de la fuerza resistente a la compresión del adobe reforzado con 5% de pluma de ave (pollo).

Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”							
Escuela Profesional De Ingeniería Agrícola							
Responsable:	Bach. Cesia Karen Cacha Lázaro						
Fecha:							
Lugar:	3r Geoingeniería S.A.C.						
Ensayo:	Adobe Reforzado 5 % de pluma						
							
<u>Resistencia a la compresión</u>							
Especimen	Dimensiones		Área cm2	Carga kg	Fo kg/cm2	Desviación estándar δ	F'b kg/cm2
	Largo	Ancho					
1	10.00	9.50	95.00	1,165.00	12.263	0.49	11.77
2	10.00	9.50	95.00	1,160.00	12.211	0.49	11.72
3	10.00	9.50	95.00	1,150.00	12.105	0.49	11.61
4	10.00	9.50	95.00	1,080.00	11.368	0.49	10.87
5	10.00	9.50	95.00	1,100.00	11.579	0.49	11.08
6	9.50	9.50	90.25	1,000.00	11.080	0.49	10.59
Promedio					11.77		11.27

Análisis de la prueba

De las evidencias obtenidas en el ensayo de resistencia a la compresión se pudo observar que los adobes que tienen 5% de pluma de ave (pollo) en su composición superan la resistencia mínima establecida por la Norma E 0.80 del adobe.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultado de las pruebas de campo para selección de suelos apropiados

Según los hallazgos las muestras de suelo obtenidas eran adecuadas para la fabricación de adobes. Para ello, se realizaron dos calicatas en campo para realizar los ensayos correspondientes.

Es importante destacar que las muestras recopiladas en el terreno, destinadas a la elección de suelos adecuados para la producción de adobes, superaron exitosamente las pruebas previamente llevadas a cabo con el propósito de verificar su idoneidad en la manufactura de estos ladrillos.

Tabla 64

Resultado de las pruebas de campo

Descripción	Suelo 01	Suelo 02	Suelo 03
Prueba granulométrica de la botella	Suelo apto	Suelo apto	No hay datos
Prueba de plasticidad	Suelo no apto	Suelo apto	Suelo apto
Prueba de presencia de arcilla	Suelo apto	Suelo no apto	Suelo apto

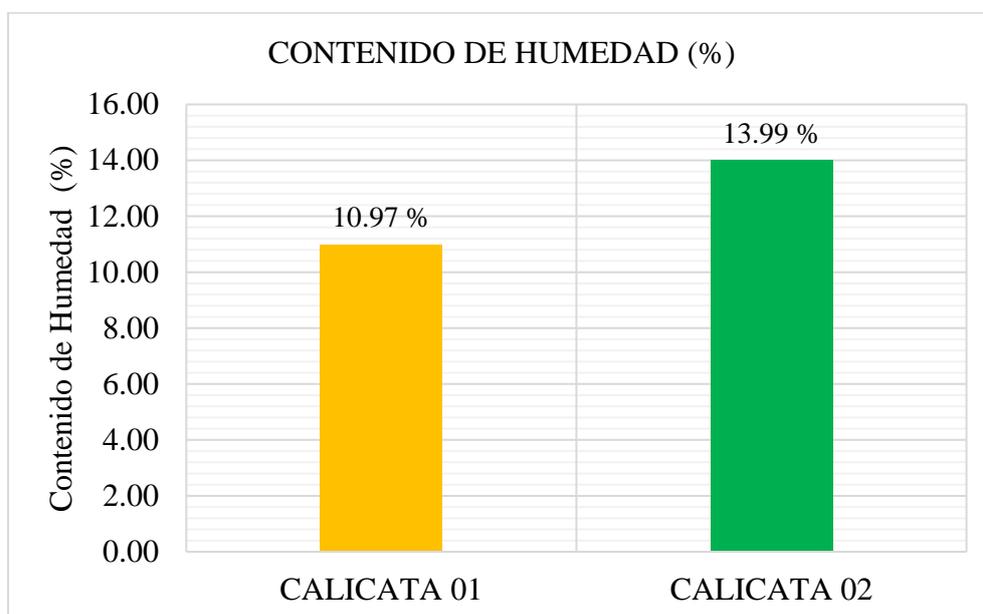
4.1. Resultado del Ensayo de Laboratorio al suelo

4.1.1. Contenido de Humedad:

Según el gráfico 10, el promedio de las muestras de suelo ensayadas fue de 13.99 % y 10.97% de la C 01 y C 02 respectivamente. El suelo de la calicata 02, en particular, tuvo un contenido de humedad de 13.99 %. Por lo tanto, este es el resultado aceptado para la presente investigación.

Gráfico 10

Gráfico del límite líquido de la muestra de suelo – C 02



4.1.2. Límites de consistencia de Atterberg:

El resultado del análisis de los límites de Atterberg se utilizó para clasificar el suelo de grano fino mediante la carta de Casagrande.

Tabla 65

Resultado de la gradación del suelo

	Límite plástico	Límite Líquido	Índice de plasticidad
Suelo 01 (C-01)	21	28	7
Suelo 02 (C-02)	21	28	7

Por lo cual, se pudo observar que el suelo estaba compuesto principalmente de arena.

El suelo 01 (C-01) se clasificó como CL (Arcilla limosa con arena), debido a que el IP es 7.

El suelo 02 (C-02) se clasificó como CL (Arcilla limosa con arena), debido a que el IP es 7.

Respecto a los resultados obtenidos, el suelo 01 y suelo 02 fueron considerados aptos para la fabricación de adobes.

4.1.3. Análisis granulométrico:

En base a los resultados dio como resultado que las muestras de suelo analizadas tienen un porcentaje de arena de 64.13% y 64.57% respectivamente.

Además, los suelos analizados están por encima de la Línea “A”, por lo que se puede resaltar que es un suelo de grano fino, con un índice de plasticidad igual a 7, por lo que se encuentra en la clasificación como CL (Arcilla limosa con arena) debido a que el límite líquido de las muestras fue 20.76 y 20.66 respectivamente valores menores a 50.

Tabla 66

Resultado de la gradación del suelo

	Arena (55-70%)	Limo (15-25%)	Arcilla (10-20%)
Suelo 01 (C-01)	64.13%	32%	11%
Suelo 02 (C-02)	64.27 %	32%	10%

Por lo tanto, las muestras fueron consideradas aptas para la elaboración de adobes, debido a que se encontraban dentro de los límites de gradación de suelo establecidos en la Norma E 0.80.

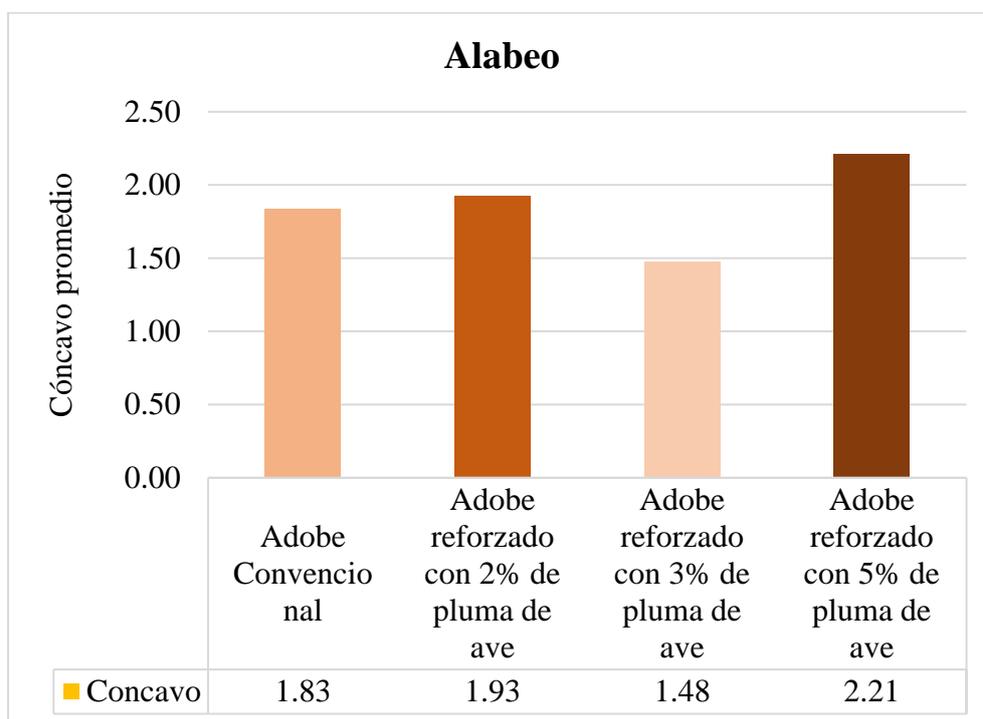
4.2. Resultado del Ensayo de Propiedades físicas del adobe

4.2.1. Alabeo:

De los resultados obtenidos el adobe que presenta menor concavidad era el adobe reforzado con 3% de plumas de ave (pollo), mientras que el que presentaba mayor concavidad era el adobe reforzado con 5% de plumas de ave (pollo).

Gráfico 11

Resultados – ensayo de alabeo.



4.2.2. Succión:

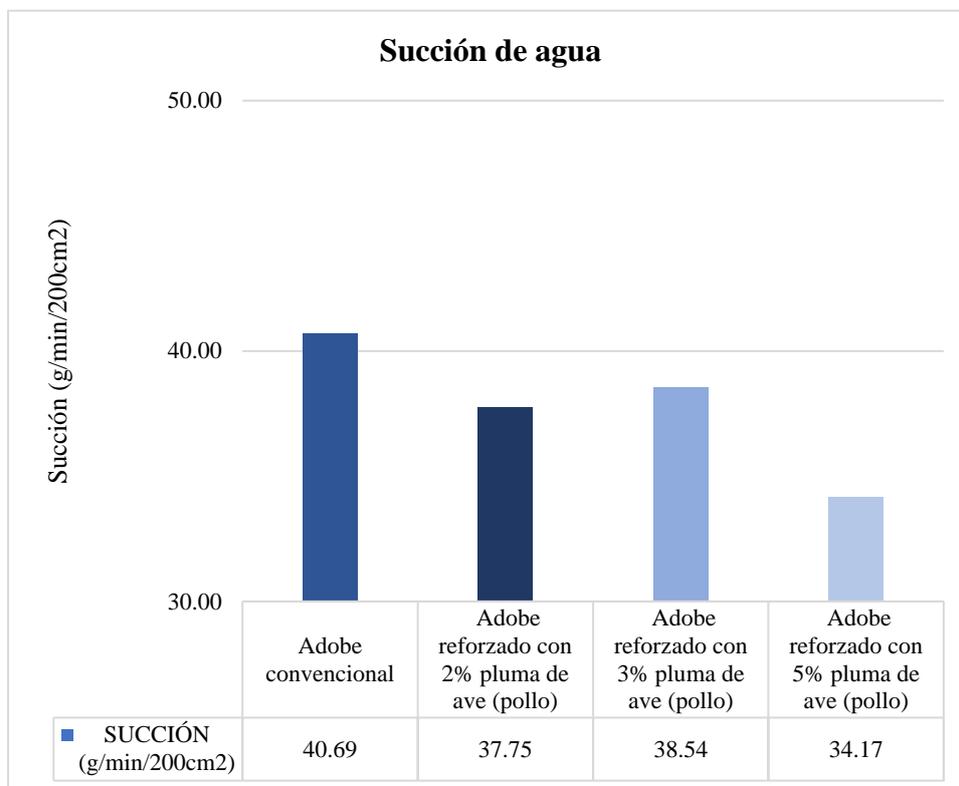
Según los resultados, la unidad de adobe reforzado con 5% de plumas de ave (pollo) mostró una menor tendencia a la succión de agua que las demás unidades ensayadas. Esto se debe a que, en promedio, la unidad de adobe con plumas alcanzó una succión de 34.17 gr/min. /200cm².

Mientras tanto, el adobe reforzado con 2% de plumas de ave (pollo) obtuvo en un 37.75 gr/min. /200cm², siendo la unidad con un alto promedio de las muestras sometidas a succión.

A pesar de eso, el adobe convencional registró un valor de 40.69 gr/min. /200cm², situándose en segundo lugar en términos de promedio alto en este aspecto.

Gráfico 12

Resultados – ensayo de succión

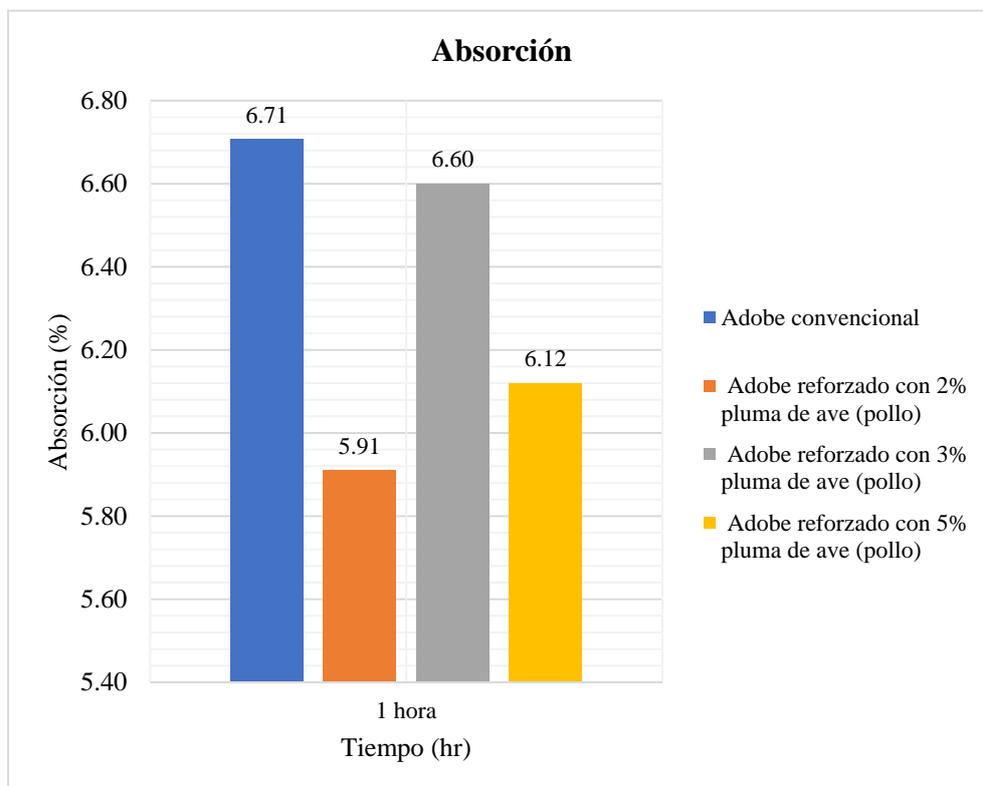


4.2.3. Absorción:

En el ensayo se obtuvieron los resultados después de 1 hora de estar sumergidos en agua; sin embargo, a partir de las 6 horas no se lograron obtener datos debido a la pérdida de masa y la fragilidad de la muestra y en las horas posteriores se destrozaron las unidades de adobe.

Gráfico 13

Resultados – ensayo de absorción

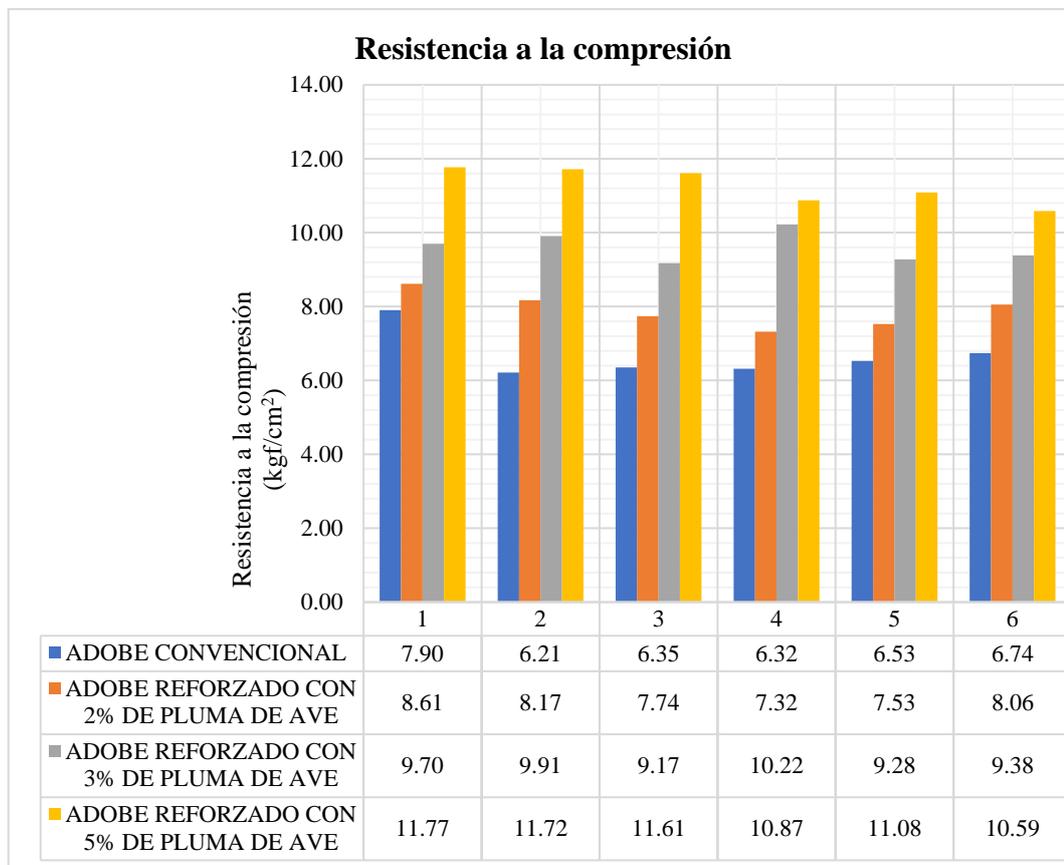


4.3. Resultados del Ensayo de Resistencia a la compresión

Las unidades de adobe reforzado con 5% de plumas de ave (pollo) mostraron una resistencia a la compresión significativamente mayor que las unidades de adobe convencional. En promedio, las unidades de adobe reforzado alcanzaron una resistencia de 11.77 kgf/cm², superando el valor mínimo establecido en la Norma E 0.80. Por otro lado, las unidades de adobe convencional obtuvieron un promedio de 6.68 kgf/cm², quedando por debajo del valor mínimo.

Gráfico 14

Resultados – ensayo de resistencia a la compresión



4.4. Resultados estadísticos

Para ver si existen diferencias significativas entre los tratamientos en estudio con respecto a la dosificación de pluma de ave (pollo), se realizó ANOVA.

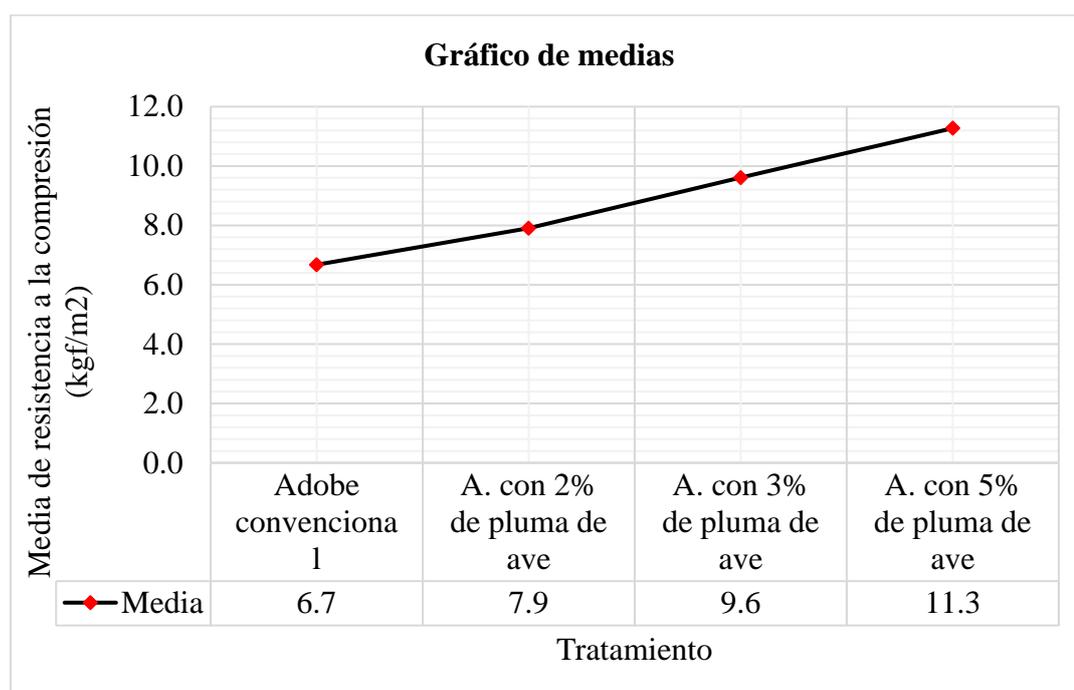
Tabla 67

Resultados estadísticos de la media de los tratamientos

Tratamiento	N	Media	Desv. Estándar (σ)	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
					1	6		
2	6	7.905	.469329	.191603	7.41247	8.39753	7.320	8.610
3	6	9.610	.406350	.165892	9.18356	10.03644	9.170	10.220
4	6	11.273	.495284	.202199	10.75356	11.79310	10.590	11.770
Total	24	8.866	1.836395	.374853	8.09039	9.64127	6.210	11.770

Gráfico 15

Gráfico de comparación de medias de cada tratamiento



Nota: El gráfico de medias muestra cada una de las medias de los niveles de los factores, la media general.

Los resultados mostraron que las medias de los tratamientos son diferentes, por lo que la hipótesis nula (H_0) no es verdadera.

Tabla 68*Análisis de varianza*

Fuente de variación	Suma de	Media			
	cuadrados	gl	cuadrática	F	Sig.
Entre grupos (Combinado)	72.437	3	24.146	94.186	.000
Dentro de grupos	5.127	20	.256		
Total	77.564	23			

De la tabla 71, análisis de varianza el nivel de significancia del Estadístico F, es menor que 0.05, por lo tanto, rechazamos a la hipótesis nula (Ho).

Tabla 69*Prueba de Duncan*

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = .05			
		1	2	3	4
1	6	6.675			
2	6		7.905		
3	6			9.610	
4	6				11.273
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Nota: Las medias se observan en los grupos dentro de los subconjuntos que son uniformes. Esto se hace utilizando un tamaño de muestra para la media armónica igual a 6.000.

En la tabla 72 se observa que los 4 tratamientos difieren significativamente entre sí, también se visualiza que la concentración media de la resistencia a la compresión es mayor en el Tratamiento 4 que corresponde a las Unidades de adobe reforzado con 5% de plumas de ave (pollo).

4.5. Contrastación de hipótesis.

Los resultados obtenidos se observan hay significación estadística. La indicación de la comparación entre la hipótesis y los tratamientos en estudio es la siguiente.

1. $F_{cal} > F_{tabular}$

Se acepta la hipótesis de investigación (**H_i**) por lo tanto se puede afirmar que existe diferencia al comparar sus medias por los cual se ejecutó la prueba F al 1%.

2. $F_{cal} < F_{tabular}$

Se rechaza la hipótesis nula (**H₀**) y se concluye que las unidades de adobe no tienen la misma media de las propiedades mecánicas. El valor de P para $F = 94.186$ es más pequeño que 0.01.

4.6. Discusión

4.6.1. *Propiedades para clasificación del suelo.*

Las muestras de suelo evaluadas presentaron niveles de humedad del 9.84% y 14.63%, respectivamente. Cuando la humedad es alta, el suelo y el agua pueden comportarse de manera similar a un líquido. Además, se determinó que el límite plástico del suelo se sitúa en el punto de transición entre el estado semisólido y el estado plástico, con resultados del 20.76% y 20.06%, respectivamente. Asimismo, el límite líquido, que marca el paso del estado plástico al estado líquido, se calculó en un 26.97% y 26.98%, respectivamente.

El análisis granulométrico de las muestras 01 y 02, dio como resultado el porcentaje de arena de 64.13 y 64.57 % respectivamente, resultados están dentro del rango establecido por la Norma, y al posicionarse sobre la línea “A” que representa a un suelo de baja plasticidad y su clasificación según SUCS como CL (Arcilla limosa con arena), en contraste con los resultados obtenidos por Paytan Dueñas & Perez Salazar (2018), la clasificación del suelo según SUCS como CL (Arcilla ligera con agua) debido a que su índice de plasticidad fue de 19.29%, además Chuquillanqui Poma (2019) también obtuvo un suelo clasificado según SUCS como CL (Arcilla ligera y tipo grava y arenas) con un índice de plasticidad de 12.01%; en comparación con nuestros resultados obtenidos, los índices de plasticidad en la carta de Casagrande se posicionan sobre la línea A, tal como se visualiza en el Grafico 9, siendo un suelo de baja plasticidad, sin embargo

coincidiendo con ambos autores que el suelo es óptimo para la elaboración de los adobes.

En los resultados obtenidos de las pruebas de campo, tal como se visualiza en la Tabla 34, para la prueba granulométrica de la botella se realizaron 02 muestras, los resultados se consideran según las alturas alcanzadas mediante el cual se determinaron las proporciones en porcentajes de arenas, limos y arcillas siendo 62, 11 y 10 % para la muestra 01 y 65, 14 y 11% para la muestra 02, resultados que se encuentran en el rango de arenas (55-70%) de la Norma E.080 (2017).

En la tabla 35, se visualiza que para la prueba de la cinta de barro 02 de las 03 muestras analizadas se encuentran en el rango de suelo aceptable debido que la longitud de colgado es de 15 cm y 20cm a los 10 minutos, ubicándose como material de suelo apto para la elaboración de adobes.

En la tabla 36, la observación de los resultados de la prueba de resistencia en seco revela que 2 de las 3 bolitas no se fracturaron. Esto confirma la presencia de arcilla en el suelo de la cantera elegida, lo que significa que el suelo es adecuado para la producción de adobes, tal como lo establece la norma E.080 (2017).

4.6.2. *Propiedades físicas y mecánicas del adobe*

En el grafico 10 se muestra los promedios obtenidos de las muestras del adobe convencional, adobe reforzado con 2% de pluma de ave, adobe reforzado con 3% de pluma de ave y adobe reforzado con 5% de pluma de ave de 1.83, 1.93, 1.48 y 2.21 de concavidad respectivamente. En contraste con los resultados obtenidos por Chuquillanqui Poma (2019), sus resultados promedio fueron de 11.1mm de concavidad para adobes con paja, 8.3 mm de adobes con fibra de polipropileno en 2% y en 3% fue de 4.2mm, además Alfaro Carhuamaca (2019), menciona que a medida que se adicionan las dosis de fibras se reduce la concavidad, de tal modo que los especímenes con 0.75% de fibra de polipropileno presenta un 2.42 mm de concavidad reduciendo el alabeo en 1.42 mm respecto al adobe convencional, coincidiendo que las muestras realizadas no presentaron convexidad, pero debido al desmoldado tuvieron una tendencia de ser cóncavas.

En el grafico 11, los resultados del ensayo de absorción de agua indican que el adobe reforzado con un 5% de plumas de ave (pollo) absorbió una cantidad

menor de agua en comparación con los resultados obtenidos por Chuquillanqui Poma (2019) fue el adobe con fibra de polipropileno al 8% que succiono menor cantidad de agua.

En el gráfico 12, se visualizan los resultados promedios del ensayo de absorción de agua, es el adobe reforzado con 3% de plumas de ave que en un periodo de 1 hora absorbió menor cantidad de agua, en comparación con Chuquillanqui Poma (2019) menciona que el adobe con 8% de fibra de polipropileno absorbió menor cantidad de agua pasado las 5 horas; sin embargo, en nuestro ensayo a partir de las 6 horas no se lograron obtener datos debido a la pérdida de masa y la fragilidad de la muestra y en las horas posteriores se destrozaron las unidades de adobe.

4.6.3. Resistencia a la compresión

Se pudo apreciar que la adición de las plumas de ave (pollo) en un 5%, mejora la capacidad de resistencia del adobe, obteniendo un valor promedio de 11.27 kgf/cm² en comparación al adobe convencional, que tiene un valor promedio de 6.68 kgf/cm². Este último no logra superar el valor mínimo establecido en la Norma E-0.80, que es de 10.5 kgf/cm².

En el caso Alfaro Carhuamaca (2019), menciona que la resistencia a la compresión se incrementa al seguir aumentando el porcentaje de la fibra llegando a un valor máximo de 0.75% en el que observó una caída del parámetro por ello consideró como valor optimo al 0.50% de fibra de polipropileno ya que con esta dosis obtuvo una resistencia a la compresión de 24.32 kg/cm². Además de que Chuquillanqui Poma (2019) logró alcanzar un valor ideal de 41.72 kg/cm² en las muestras de adobe con un 2% de fibra de polipropileno. Los resultados indican que las proporciones estudiadas en su investigación cumplen con los estándares establecidos en la normativa. Por lo tanto, es importante destacar que la incorporación de fibras tiene un impacto positivo significativo en las características mecánicas del adobe.

4.6.4. Resultados estadísticos.

Los resultados de la investigación demuestran que la adición de plumas de ave (pollo) en el adobe aumenta su resistencia a la compresión. La prueba de rango

múltiple de Duncan (tabla 69) confirmó que las diferencias entre los tratamientos son significativas entre los tratamientos con diferentes porcentajes de la dosificación plumas.

Estos resultados son consistentes con los de otros estudios que han demostrado que la adición de fibras a los adobes mejora su resistencia, como las de Vaca Caicedo & Jaimes Contreras (2019) que realizaron su investigación sobre el uso de residuos vegetales de arroz para mejorar las propiedades mecánicas del adobe y los resultados mostraron que la incorporación de residuos vegetales de arroz hasta un 30% aumenta la resistencia a la compresión del adobe; Alfaro Carhuamaca (2019) estudió el uso de fibras sintéticas de polipropileno para mejorar las propiedades, los resultados mostraron que a medida que las dosis aumenta la resistencia a la compresión aumenta y Chuquillanqui (2019) que también investigó el uso de fibras de polipropileno para mejorar las propiedades mecánicas del adobe, los resultados mostraron que mejora la resistencia a la compresión en un índice promedio de 31.51 kg/cm² y 41.72 kg/cm². Todos estos estudios encontraron que la adición de fibras en la elaboración de los adobes aumenta su resistencia a la compresión.

En el gráfico 15, nos muestra que los tratamientos con mejor resistencia a la compresión fueron los adobes reforzados con 2%, 3% y 5% de plumas de ave. El tratamiento de adobes con 5% de plumas de ave (pollo) superó el valor mínimo estipulado en la Norma E.080, que es de 10.2 kgf/cm².

V. CONCLUSIONES

1. Se realizó una comparación para analizar cómo variaron las características mecánicas del adobe reforzado con plumas de ave (pollo) en comparación con las del adobe convencional. Como resultado de esta comparación, se llegó a la conclusión de que la incorporación de las plumas de ave (pollo) mejoró las propiedades mecánicas del adobe en comparación con el adobe convencional.
2. Se determinó las propiedades del suelo a emplear y se verificó si cumple con la gradación establecida en la Norma E.080; concluyéndose que el material obtenido de las calicatas 01 y 02 para los ensayos obtuvo los siguientes porcentajes: arenas (59 y 60%), limos (32 y 32%) y arcillas (10 y 11%) respectivamente, en base a los resultados obtenidos el limo es el único que se encuentra por encima de lo recomendado en la Norma E – 0.80; sin embargo, las arenas y arcillas se encuentran dentro del rango recomendado por la Norma E – 0.80.
3. Se llega a la conclusión de que la incorporación de plumas de ave tiene un impacto beneficioso en las características físicas y mecánicas del adobe. Estos resultados se basan en los ensayos realizados utilizando las plumas de ave en la fabricación de las unidades de adobe. El adobe reforzado con 5% de plumas de ave (pollo) presentó una concavidad de 2.21, mientras que el adobe convencional presentó una concavidad de 1.83; en el ensayo de succión el adobe reforzado con 5% de plumas de ave (pollo) obtuvo un 34.17 g/min/200cm² mientras que el adobe convencional obtuvo un 40.69 g/min/200cm², por lo que la adición de plumas de ave (pollo) favorece en la succión de agua. En el ensayo de absorción después de estar sumergidos en agua por 1 hora el adobe convención obtuvo un 6.71%, mientras que el adobe reforzado con 2% de plumas de ave (pollo) obtuvo una absorción de 5.91% y el adobe reforzado con 5% de plumas de ave (pollo) obtuvo un 6.12% de absorción de agua.

4. Se determinó la variación en la resistencia a la compresión de un adobe convencional con el adobe reforzado con plumas de ave (pollo), en la Norma E.080 establece un valor mínimo de aceptable de $f_o = 10.2 \text{ kgf/cm}^2$, sin embargo, el adobe convencional alcanzó un promedio de 6.68 kgf/cm^2 , quedando por debajo del valor mínimo establecido. En el caso de los adobes reforzados con pluma de ave (pollo) el que alcanzó la resistencia más alta corresponde al adobe reforzado con 5% de plumas de ave obteniéndose una resistencia promedio de 11.77 kgf/cm^2 .

VI. RECOMENDACIONES

1. El uso de aglutinantes podría potenciar las propiedades físicas del adobe, permitiendo que funcionen de manera efectiva en condiciones hidráulicas; como cal, cemento o asfalto con el fin de mejorar las características de succión y absorción.
2. Se recomienda que, en el proceso de moldeado de la mezcla en las adoberas, el barro esté bien compactado para prevenir aire atrapado y posteriores rajaduras y/o fisuras en el momento del secado, y que la superficie donde se realice el desmoldado esté nivelada y sin impurezas.
3. Se recomienda la implementación de una máquina para el ensayo de resistencia a la compresión en el laboratorio de Ensayo de materiales, debido a que la máquina que se encuentra en el laboratorio es obsoleta y no realiza lecturas menores a 1 tn/cm^2 .

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aburto Melendez, J. S., & Bravo Rodriguez, E. A. (2018). *Evaluación y comparación técnica de las propiedades del adobe, típico convencional y el reforzado con cenizas del bagazo de caña de azúcar para la construcción de viviendas en el CC. PP de Tambar - Moro*. Tesis, Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote. Retrieved , from <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3236/48928.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alfaro Carhuamaca, C. S. (2019). *Adobe estabilizado mediante el empleo de fibras sintéticas de polipropileno, Tunanmarca-Jauja*. Tesis, Universidad Nacional Del Centro Del Perú., Facultad De Ingeniería Civil, Huancayo, Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/5553>
- Arteaga, K., Medina, O., & Gutiérrez, O. (2011). Bloque de Tierra comprimida como material constructivo. *Revista Ingeniería y Sociedad, UPTC, 19(3)*, 21-34.
- Arvelo Reynoso, E. (2011). *El uso de plumas de pollo para aumentar la tenacidad del yeso*. Tesis Doctoral Arquitectura_Técnica, Madrid. https://oa.upm.es/9314/2/TESIS_MASTER_ELVIN_AREVALO_REYNOSO.pdf
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2004). *Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe y tapia pisada*. Colombia.
- ASTM. (2000). *ASTM D4318*. Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.
- ASTM. (2007). *ASTM D422-63*. Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils.
- Bernal Torres, C. A. (2016). *Metodología de la Investigación* (Cuarta ed.). Colombia: Prentice Hall.

- Bestraten, S., Hormías, E., & Altemir, A. (2011). *Construcciones con tierra en el siglo XXI*. España: Informes De La Construcción.
- Caballero Anaya, Z., & Martínez Barajas, G. (2009). *Influencia de las propiedades físicas del material tierra para la elaboración de bloques de tierra comprimidos*. Colombia: Universidad Industrial De Santander.
- Chacón Sánchez, V., Romero Cuentas, V., & Callasi Venero, C. D. (2017). *Estudio comparativo de las propiedades físico mecánicas de las unidades de adobe tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto*. Tesis, Cusco. Retrieved 25 de Octubre de 2019, from http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/40/simple-search?query=&sort_by=dc.date.issued_dt&order=desc&rpp=10&filter_field_1=subject&filter_type_1>equals&filter_value_1=Adobe&filter_field_2=author&filter_type_2>equals&filter_value_2=Romero+Cuentas%2C+V
- Chuquillanqui Poma, S. J. (2019). *Influencia De La Incorporación De Fibra De Polipropileno Para Mejorar Las Propiedades Físicas - Mecánicas Del Adobe*. Tesis, Huancayo. Retrieved 25 de Octubre de 2019, from <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/934>
- Chuya Sumba, E. C., & Ayala Zumba, M. F. (2018). *Comparación De Parámetros Mecánicos Y Físicos Del Adobe Tradicional Con Adobe Reforzado Con Fibra De Vidrio*. Tesis, Cuenca, Ecuador. Retrieved 28 de Octubre de 2019, from <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/30095/1/TRABAJO%20DE%20TITULACION.pdf>
- D. G., & D. D. (2016). *Manual de autoconstrucción de unidades habitacionales de adobe*. https://sip.aevivienda.gob.bo/web/docs/publica/Autoconstruccion_Adobe.pdf
- Díaz-Torres, M. G., Parada-Carrillo, H. P., & Alvarado-Arias, M. J. (2019). Usos del adobe en diferentes países de América Latina. *Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*, 10(2), 73-81.
- Fundación Salvadoreña de Desarrollo, MÍNIMA, Vivienda. (2015). *Mejoramiento de la Tecnología para la Construcción y difusión de la Vivienda popular sismo-resistente*. FUNDASAL, TAISHIN. https://mitigation.eeri.org/wp-content/uploads/Manual_Popular_Adobe.pdf

- Gonzalo Vélez, J. (2010). *Arquitectura Con Barro. Apuntes D' Arquitectura*, VENEZUELA.
- Hernández Hernández, E. W. (2011). *Análisis comparativo de la resistencia a la compresión, tensión indirecta y a la flexión de concreto fibroreforzado de matriz cementicia y plumas de ave: pollos*. Guatemala. Retrieved 10 de Diciembre de 2021.
- Hernandez, A. V.; Botero, L. F. B.; & Arango, D. C. (2015). Fabricación de bloques de tierra comprimida con adición de residuos de construcción y demolición como reemplazo del agregado pétreo convencional. *Ingeniería y Ciencia*, 11(21), 197-220.
- INACAL. (2017). *NTP 399.613*. Unidades de Albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática-INEI. (2017). *Censos Nacionales de Población y Vivienda*.
- Lulichac Sáenz, F. C. (2015). *Determinación de las propiedades físico-mecánicas de las unidades de albañilería en la provincia de Cajamarca*. Tesis, Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Cajamarca. Retrieved 25 de Octubre de 2019, from <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/6652/Lulichac%20S%C3%A1enz,%20Fanny%20Carmen.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio de Educación Cultura y deporte. (2017). Criterios de intervencion en la arquitectura de tierra. En Ministerio de Educación de cultura y deporte, *Catálogo de Publicaciones del Ministerio* (pág. 247). España: Secretaría General Técnica , Subdirección General de Documentación y Publicaciones. <https://es.calameo.com/read/000075335431721e39425>
- Ministerio de Vivienda, C. y.-D. (2010). *Manual De Construcción-Edificaciones Antisísmicas de Adobe*. Lima. Retrieved 26 de Octubre de 2019, from <http://www.vivienda.gob.pe/dnc>
- Minke, G. (2005). *Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra*. (Tercera ed.).

- Morales, R., Torres, R., & Irala. (2013). *Manual para la Construcción de Viviendas de Adobe*. CISMID-FIC-UNI, Lima.
- Muñoz Cebrián, F. (2011). *Comportamiento Mecánico del Hormigón Reforzado con Fibra de Polipropileno Multifilamento: Influencia del Porcentaje de Fibra Adicionado*. Tesis, Universidad Politécnica De Valencia., Escuela Técnica Superior en Ingeniería de la Edificación, Valencia. Retrieved 22 de Enero de 2020, from <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/13552/PFG%20completo.pdf?sequence=1>
- Norma E.080. (2017). En *Diseño y Construcción con Tierra Reforzada*. Lima. Retrieved 26 de Octubre de 2019, from http://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=109376.
- Norma, A. D 2216. (1998). *Determinación del Contenido de Humedad*.
- Ñaupas Paitán, H., Mejía Mejía, E., Novoa Ramírez, E., & Villagómez Paucar, A. (2014). *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis* (Cuarta ed.). Bogotá: Ediciones de la U.
- Oazabal Bairo, K., & Guevara Vera, D. (2019). *Análisis comparativo de las propiedades físico - mecánicas del adobe estabilizado con cemento y mucilago de giganón fabricado según la Norma E-080, comparado con el adobe tradicional del distrito de San Jerónimo de la región Cusco*. Cusco. Retrieved 25 de mayo de 2022, from <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/2858>
- Ortiz, G. (2006). *Determinación del módulo de elasticidad y la relación de poisson del adobe compactado*. Tesis, Instituto Tecnológico de Oaxaca.
- Oshiro Higa, F. (1990). *Construcción De Vivienda Económica En Adobe Estabilizado*. Lima.
- Paytan Dueñas, N., & Perez Salazar, Z. M. (2018). *Uso de Lana de ovino en ladrillos de tierra estabilizadas, para muros de albañilería en distrito-provincia de Huancavelica-2018*. Tesis, Universidad Nacional De Huancavelica. Retrieved 10 de Noviembre de 2021, from <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2186>
- Programa Nacional de Viviendas Rural,. (2010). *Manual para la elaboración de adobes*. Ministerio de Vivienda, Cosntrucción y Saneamiento.

- Rodríguez Cerna, J. E. (2019). *Resistencia del adobe cuyas unidades han sido reforzadas al 2% con fibra de maguey-centro poblado de Pongor Huaraz*. Tesis, Universidad San Pedro, Huaraz. Retrieved 12 de Noviembre de 2021.
- Sika. (2014). *Concreto Reforzado con Fibras*. Bogotá: Sika Colombia S.A.S.
- Tintaya Rafael, J. J. (2020). *Análisis de las propiedades del adobe reforzado con plumas de ave y fibras de carrizo en el tambo, Huancayo 2020*. Tesis, Lima. Retrieved 01 de Noviembre de 2021, from <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/64876>
- UNE-EN. (2008). *Norma ISO 62. Plásticos. Determinación de la absorción de agua*. <https://www.iso.org/standard/41672.html>
- Vaca Caicedo, L. Y., & Jaimes Contreras, D. Y. (2019). *Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe mediante la adición de residuo vegetal de arroz para su implementación en la vereda j10 en el Municipio De Tibú como material de construcción en la edificación de vivienda rural*. Tesis, Universidad Francisco De Paula Santander, San José De Cúcuta-Colombia. Retrieved 13 de Noviembre de 2021, from https://www.researchgate.net/profile/Liseth-Vaca-Caicedo/publication/351366343_TRABAJO_DE_GRADO/links/60945c01a6fdccaebd11df53/TRABAJO-DE-GRADO.pdf

VIII. ANEXOS

Anexo 1

Selección de la cantera mediante la selección aleatoria.

PARCELA	CENTROIDE										
	NORTE	ESTE									
1	8954509.5930	222143.3261	68	8954536.8401	222154.0650	135	8954364.8568	222368.4970	202	8954526.6916	222397.1896
2	8954513.9317	222125.5595	69	8954561.6998	222119.2953	136	8954371.1793	222385.7070	203	8954295.1127	222426.2893
3	8954529.8338	222102.8892	70	8954553.2033	222139.3760	137	8954385.3942	222332.6802	204	8954300.6162	222453.9022
4	8954531.7842	222087.1469	71	8954543.8887	222158.7787	138	8954386.3769	222345.9808	205	8954312.1368	222487.7278
5	8954524.3336	222075.7762	72	8954549.7238	222165.3240	139	8954386.8580	222361.0373			
6	8954514.2656	222072.4712	73	8954570.7284	222121.5382	140	8954389.5730	222390.4227			
7	8954508.7635	222068.2923	74	8954578.6108	222125.7180	141	8954400.3153	222427.8709			
8	8954503.2745	222065.4616	75	8954563.7024	222139.6910	142	8954402.0811	222381.1693			
9	8954513.5418	222047.0486	76	8954572.4029	222143.6301	143	8954413.1145	222415.7963			
10	8954524.2191	222031.3740	77	8954563.2857	222153.7508	144	8954409.9067	222328.7036			
11	8954530.8758	222049.5980	78	8954559.3266	222170.4281	145	8954410.1838	222341.3682			
12	8954536.7224	222067.0437	79	8954548.6535	222182.2328	146	8954411.2232	222355.5134			
13	8954559.8187	222038.9248	80	8954592.4169	222132.1858	147	8954415.6774	222375.8173			
14	8954576.2990	222087.3767	81	8954603.5967	222133.6137	148	8954428.8761	222400.0104			
15	8954598.6256	222095.7328	82	8954585.1870	222156.9980	149	8954435.4354	222338.0227			
16	8954592.7772	222029.1994	83	8954596.7782	222161.2658	150	8954432.5325	222374.4605			
17	8954614.7908	222018.1736	84	8954575.8671	222178.2010	151	8954455.4149	222323.1578			
18	8954636.2102	221999.6914	85	8954587.6183	222184.4484	152	8954454.2836	222366.9756			
19	8954777.9333	222117.7447	86	8954596.8787	222192.8630	153	8954469.3136	222321.8398			
20	8954784.2835	222130.4118	87	8954573.2673	222196.0966	154	8954487.3331	222302.2759			
21	8954790.9987	222144.8254	88	8954594.0158	222206.3956	155	8954485.7487	222317.4847			
22	8954800.2423	222162.5363	89	8954570.2266	222203.9826	156	8954483.8264	222340.1393			
23	8954807.5713	222177.9876	90	8954589.4447	222214.2919	157	8954473.5340	222369.3324			
24	8954813.5838	222190.8689	91	8954559.9359	222213.8812	158	8954512.1509	222336.2637			
25	8954820.1667	222204.4004	92	8954569.9736	222218.8752	159	8954529.6296	222343.7021			
26	8954826.8106	222217.4797	93	8954585.8381	222222.4203	160	8954539.0630	222338.6555			
27	8954751.3817	222217.5303	94	8954581.7396	222231.0215	161	8954555.5235	222328.5879			
28	8954753.4122	222144.1763	95	8954554.5681	222233.5672	162	8954567.6487	222313.9880			
29	8954770.7483	222157.9919	96	8954575.3295	222244.1522	163	8954631.1048	222302.0507			
30	8954751.2296	222165.9491	97	8954549.8504	222242.1983	164	8954633.0713	222321.7442			
31	8954776.9379	222177.2321	98	8954570.6378	222253.2270	165	8954634.8106	222342.0623			
32	8954757.8784	222189.4636	99	8954545.4930	222250.4209	166	8954637.9095	222363.6378			
33	8954784.2758	222192.1894	100	8954566.0481	222260.7528	167	8954636.5504	222384.2162			
34	8954634.6294	222204.2685	101	8954540.4801	222259.8804	168	8954647.6251	222396.3742			
35	8954790.7074	222205.3900	102	8954561.5840	222271.0640	169	8954658.4502	222411.7357			
36	8954771.7488	222217.1751	103	8954535.1594	222269.4221	170	8954623.9894	222304.4765			
37	8954791.8843	222223.2287	104	8954556.4912	222279.9389	171	8954626.0038	222323.5984			
38	8954802.4191	222233.5286	105	8954540.2070	222285.9162	172	8954628.1889	222344.2846			
39	8954680.0166	222138.2450	106	8954608.6238	222228.8413	173	8954630.1121	222367.1167			
40	8954687.3532	222151.8509	107	8954613.1990	222242.6427	174	8954616.8229	222306.5684			
41	8954696.3328	222166.2613	108	8954617.0244	222252.4888	175	8954618.3161	222325.8252			
42	8954636.0951	222158.3467	109	8954600.8052	222236.6515	176	8954619.9445	222346.7122			
43	8954637.8970	222174.3345	110	8954602.8866	222246.5725	177	8954621.9694	222368.7346			
44	8954646.7770	222191.1238	111	8954606.1776	222256.4531	178	8954605.0218	222309.8449			
45	8954640.3692	222221.9695	112	8954593.7047	222261.0293	179	8954606.2924	222329.2043			
46	8954644.2837	222232.3507	113	8954613.3138	222264.8084	180	8954607.6987	222350.1192			
47	8954626.9650	222227.9172	114	8954624.3076	222271.5647	181	8954614.6965	222371.4948			
48	8954630.5820	222238.9210	115	8954627.4654	222281.2907	182	8954593.2518	222313.3141			
49	8954648.3198	222243.0683	116	8954616.7446	222274.2210	183	8954594.5939	222332.6088			
50	8954634.7894	222249.7489	117	8954620.2971	222283.7321	184	8954596.0614	222353.5839			
51	8954652.7625	222254.9839	118	8954608.9697	222277.1768	185	8954606.6864	222373.9928			
52	8954639.3387	222261.5526	119	8954612.8487	222286.5236	186	8954598.8695	222376.4237			
53	8954657.0360	222266.4330	120	8954544.7513	222190.8877	187	8954587.7134	222358.2749			
54	8954643.8394	222273.1500	121	8954536.4315	222208.7051	188	8954590.9028	222379.2341			
55	8954646.6075	222280.6237	122	8954509.9698	222237.4077	189	8954575.4120	222322.1265			
56	8954680.2999	222277.7094	123	8954478.8624	222255.0603	190	8954562.3289	222346.3389			
57	8954692.3609	222294.9568	124	8954473.0890	222286.5176	191	8954570.3353	222361.6192			
58	8954647.9417	222329.6415	125	8954438.7889	222275.3350	192	8954572.4107	222373.1452			
59	8954693.6911	222317.5399	126	8954393.1184	222283.5733	193	8954574.4432	222380.8816			
60	8954653.6900	222348.2239	127	8954393.8693	222305.0026	194	8954576.8143	222394.2625			
61	8954709.9289	222327.8108	128	8954349.5091	222310.9164	195	8954550.8197	222366.6614			
62	8954679.6495	222355.3667	129	8954384.6432	222318.2457	196	8954553.1749	222378.9292			
63	8954662.4403	222366.0181	130	8954362.2172	222325.4680	197	8954555.1601	222386.5732			
64	8954527.8370	222149.9008	131	8954347.5017	222335.3185	198	8954557.5365	222398.8200			
65	8954537.1816	222131.4538	132	8954338.8806	222373.7234	199	8954535.3965	222367.4918			
66	8954550.8667	222116.9016	133	8954360.4832	222342.8208	200	8954522.6449	222371.6601			
67	8954545.4245	222135.8042	134	8954361.8155	222354.2847	201	8954534.8823	222389.3186			

SELECCIÓN ALEATORIA 192



Anexo 2

Certificación de resultados del ensayo de Resistencia a la compresión del adobe convencional.



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.
LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES
 Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica
 RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ADOBES

INFORME N° 001-2023-3R-LG

SOLICITA : BACH. CACHA LÁZARO CESIA KAREN

TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE REFORZADO CON PLUMAS DE AVE Y EL ADOBE CONVENCIONAL, CASERÍO DE CHURAP, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, HUARAZ, 2022"

ENTIDAD : ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA-FACULTAD CIENCIAS AGRARIAS-UNASAM

DOSIFICACION: En peso: En volumen:

N°	ESPECIMEN DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES		ESPESOR (cm)	CARGA (Kg)	ÁREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)
		ANCHO(cm)	LARGO (cm)				
1	ADOBE CONVENCIONAL	9.50	9.50	9.50	770.00	90.25	8.532
2	ADOBE CONVENCIONAL	10.00	9.50	9.50	650.00	95.00	6.842
3	ADOBE CONVENCIONAL	9.50	9.50	9.50	630.00	90.25	6.981
4	ADOBE CONVENCIONAL	10.00	9.50	9.50	660.00	95.00	6.947
5	ADOBE CONVENCIONAL	10.00	9.50	9.50	680.00	95.00	7.158
6	ADOBE CONVENCIONAL	10.00	9.50	9.50	700.00	95.00	7.368

OBSERVACIONES:
 Las muestras de Adobe fueron traídas por el Solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871



Reynaldo W. Reyes Riquelme, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 87800
 Especialista en Ingeniería Civil
 Maestro en Ingeniería Geotécnica
 JEFE DE LABORATORIO

Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabayllo
 Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
 e-m@il: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com 954 709 070 3R Geoingeniería SAC

Anexo 3

Certificación de resultados del ensayo de Resistencia a la compresión del adobe reforzado con 2% de plumas de ave (pollo).



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.
LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES
Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica
RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ADOBES

INFORME N° 001-2023-3R-LG

SOLICITA : BACH. CACHA LÁZARO CESIA KAREN

TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE REFORZADO CON PLUMAS DE AVE Y EL ADOBE CONVENCIONAL, CASERÍO DE CHURAP, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, HUARAZ, 2022"

ENTIDAD : ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA-FACULTAD CIENCIAS AGRARIAS-UNASAM

DOSIFICACION: En peso: En volumen:

BRIQUETA		DIMENSIONES		ESPESOR	CARGA	ÁREA	f'c
N°	DESCRIPCIÓN	ANCHO(cm)	LARGO (cm)	(cm)	(Kg)	cm2	(Kg/cm2)
1	ADOBE REFORZADO 2 % DE PLUMA	9.50	9.50	9.50	820.00	90.3	9.09
2	ADOBE REFORZADO 2 % DE PLUMA	9.50	9.50	9.50	780.00	90.3	8.64
3	ADOBE REFORZADO 2 % DE PLUMA	10.00	9.50	9.50	780.00	95.0	8.21
4	ADOBE REFORZADO 2 % DE PLUMA	10.00	9.50	9.50	740.00	95.0	7.79
5	ADOBE REFORZADO 2 % DE PLUMA	10.00	9.50	9.50	760.00	95.0	8.00
6	ADOBE REFORZADO 2 % DE PLUMA	10.00	9.50	9.50	810.00	95.0	8.53

OBSERVACIONES:
Las muestras de Adobe fueron traídas por el Solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.



Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57600
Docente en Ingeniería Civil
Maestro en Ingeniería Geotécnica
JEFE DE LABORATORIO

Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabayllo
Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
e-m@il: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com 954 709 070 3R Geoingeniería SAC

159





Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Anexo 4

Certificación de resultados del ensayo de Resistencia a la compresión del adobe reforzado con 3% de plumas de ave (pollo).



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.

LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras

Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica

RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006





ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ADOBES

INFORME N° 001-2023-3R-LG

SOLICITA : BACH. CACHA LÁZARO CESIA KAREN

TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE REFORZADO CON PLUMAS DE AVE Y EL ADOBE CONVENCIONAL, CASERÍO DE CHURAP, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, HUARAZ, 2022"

ENTIDAD : ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA-FACULTAD CIENCIAS AGRARIAS-UNASAM

DOSIFICACION: En peso: En volumen:

BRIQUETA		DIMENSIONES		ESPESOR	CARGA	ÁREA	f'c
N°	DESCRIPCIÓN	ANCHO(cm)	LARGO (cm)	(cm)	(Kg)	cm2	(Kg/cm2)
1	ADOBE REFORZADO 3 % DE PLUMA	10.00	9.50	9.50	960.00	95.0	10.11
2	ADOBE REFORZADO 3 % DE PLUMA	9.50	9.50	9.50	980.00	90.3	10.86
3	ADOBE REFORZADO 3 % DE PLUMA	10.00	9.50	9.50	910.00	95.0	9.58
4	ADOBE REFORZADO 3 % DE PLUMA	10.00	9.50	9.50	1,010.00	95.0	10.63
5	ADOBE REFORZADO 3 % DE PLUMA	10.00	9.50	9.50	920.00	95.0	9.68
6	ADOBE REFORZADO 3 % DE PLUMA	10.00	9.50	9.50	930.00	95.0	9.79

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871

OBSERVACIONES:
Las muestras de Adobe fueron traídas por el Solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.



Ing. Reynaldo M. Reyes Rojas, Msc. Dr.
INGENIERO CIVIL CAP N° 57600
Especialista en Ingeniería Civil
Maestría en Ingeniería Geotécnica
JEFE DE LABORATORIO

Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabayllo
Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
e-m@il: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com ☎ 954 709 070 📘 3R Geoingenieria SAC

Anexo 5

Certificación de resultados del ensayo de Resistencia a la compresión del adobe reforzado con 5% de plumas de ave (pollo).



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.
LABORATORIO GEOTECNICO Y ENSAYO DE MATERIALES
Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Cíviles y Mineras
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos, Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica
RUC N° 20408092524 - RNP/OSCE: Consultor de Obras N° C39006



ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ADOBES

INFORME N° 001-2023-3R-LG

SOLICITA : BACH. CACHA LÁZARO CESIA KAREN

TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE REFORZADO CON PLUMAS DE AVE Y EL ADOBE CONVENCIONAL, CASERÍO DE CHURAP, DISTRITO DE INDEPENDENCIA , HUARAZ, 2022"

ENTIDAD : ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA-FACULTAD CIENCIAS AGRARIAS-UNASAM

DOSIFICACION: En peso: En volumen:

N°	BRIQUETA DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES		ESPESOR (cm)	CARGA (Kg)	ÁREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)
		ANCHO(cm)	LARGO (cm)				
1	ADOBE REFORZADO 5 % DE PLUMA	10.00	9.50	9.50	1,165.00	95.0	12.26
2	ADOBE REFORZADO 5 % DE PLUMA	10.00	9.50	9.50	1,160.00	95.0	12.21
3	ADOBE REFORZADO 5 % DE PLUMA	10.00	9.50	9.50	1,150.00	95.0	12.11
4	ADOBE REFORZADO 5 % DE PLUMA	10.00	9.50	9.50	1,080.00	95.0	11.37
5	ADOBE REFORZADO 5 % DE PLUMA	10.00	9.50	9.50	1,100.00	95.0	11.58
6	ADOBE REFORZADO 5 % DE PLUMA	9.50	9.50	9.50	1,000.00	90.3	11.08

OBSERVACIONES:
Las muestras de Adobe fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871




 Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57800
 Doctor en Ingeniería Civil
 Maestría en Ingeniería Geotécnica
 JEFE DE LABORATORIO

Oficina Lima: Jr. Principios Mz. CC4 L26 - Oficina 501 Edificio Real - Urb. Pro - Los Olivos / Laboratorio: Calle K Mz. M L27 - Urb Los Ficus - Carabayllo
 Oficina y Laboratorio Huaraz: Jr. Recuay N° 470 esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Urb. Centenario - Independencia
 e-mail: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com 954 709 070 3R Geoingeniería SAC