

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

**“INFLUENCIA DE LA PAJA DE TRIGO EN EL
ADOBE SOBRE, LA SUCCIÓN, COMPRESIÓN Y
FLEXIÓN EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE
CHUCO – LA LIBERTAD, 2021”**

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniera Civil

Autora:

Juliana Maribel Carbajal Tiburcio

Asesor:

Mg. Wiston Henry Azañedo Medina
Código ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1737-3500>

Trujillo - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1	Sheyla Yuliana Cornejo Rodríguez	41639360
Presidente(a)	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Cinthy Vanessa Alvarado Ruiz	71412783
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Sonia Georgina Rubio Herrera	42984416
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

DEDICATORIA

A mi hijo André, por ser la más grande motivación, y lo más importante en mi vida, hoy he dado un paso más para servir de ejemplo a la persona que más amo en este mundo, a ti mi pequeño André. Gracias a ti he decidido subir un escalón más y crecer como persona y profesional. Esperó que un día comprendas que te debo lo que soy ahora y que este logro sirva de herramienta para guiar cada uno de tus pasos mi pequeño compañerito.

A mis padres, mis héroes, por ser los principales motores de mis sueños, gracias a ellos por siempre confiar en mí, creer en mí y en mis expectativas, gracias a mi madre por siempre acompañarme en cada una de las agotadoras y largas noches de estudio, agotadoras noches donde su compañía era mi aliento para seguir; gracias a mi padre por siempre desear lo mejor para mí y luchar para que hoy tuviera este logro, gracias por cada abrazo, cada sonrisa y por cada palabra que fueron mi guía en el transcurso de la carrera, y de mi vida.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme permitido culminar mi profesión y por darme la salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres Mauricio y Santos, a mis abuelos José y Rosa, a mis Hermanos Manuel, Jorge, Wilson y Judith, por sus consejos, por ser mis ejemplos a seguir, personas dignos de superación y entrega.

A mi tío, Juan Gatañadui, por ser mi referente de padre, por haberme apoyado a lo largo de mis estudios, por ser ejemplo de superación, que hoy desde el cielo celebra este gran logro.

A mis docentes, mis formadores en esta profesión, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro.

A mis amigos, Cecilia Urtecho, Nancy Guerra, Diana Torres, Carmi Barreto, Kevin Sare, por haberme brindado su apoyo incondicional para poder llegar a este logro.

TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO	4
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	11
ÍNDICE DE ANEXOS.....	12
RESUMEN.....	15
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	16
1.1. Realidad problemática.....	16
1.1.1. Antecedentes	22
1.1.2. Bases teóricas	26
1.2. Formulación del problema°	28
1.3. Objetivos	28
1.3.1. Objetivo general.....	29
1.3.2. Objetivos específicos.....	29
1.4. Hipótesis.....	29
1.4.1. Hipótesis general.....	29
1.4.2. Hipótesis específicas	29
1.5. Justificación.....	30
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	35
2.1. Tipo de investigación	35
2.2. Población y muestra	35
2.2.1. Unidad de Muestra	35
2.2.2. Población	35
2.2.3. Muestra.....	35
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	38
2.5. Procedimiento.....	38
CAPÍTULO III. RESULTADOS	55

3.1. Ensayo de resistencia a la compresión	56
3.2. Ensayo de resistencia a la Flexión	61
3.3. Ensayo de succión	66
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	70
4.1. Discusión	70
4.1.1. Limitaciones	70
4.1.2. Interpretación comparativa.....	70
4.1.3. Implicancias	75
4.2 Conclusiones	75
REFERENCIAS.....	77
ANEXOS.....	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Población de los ensayos de humedad, succión, compresión y flexión	36
Tabla 2: Instrumentos y métodos de acuerdo a los tipos de ensayos	37
Tabla 3: Matriz de Diseño	39
Tabla 4: Acceso a la Cantera	41
Tabla 5: Resultados de los ensayos de suelos	55
Tabla 6: Resultados del Ensayo de Compresión de Adobe patrón 0%.	56
Tabla 7: Resultados del Ensayo de Compresión de Adobe con incorporación del 1 % de Paja de Trigo	57
Tabla 8: Resultados del Ensayo de Compresión de Adobe con incorporación del 3% de Paja de Trigo	58
Tabla 9: Resultados del Ensayo de Compresión de Adobe con incorporación del 5 % de Paja de Trigo	59
Tabla 10: resumen de la resistencia de compresión de acuerdo al porcentaje de paja de trigo	60
Tabla 11: Resistencia del ensayo a flexión del Adobe con Incorporación del Adobe Patrón 0% de Paja de Trigo.....	61
Tabla 12: Resultados del Ensayo de flexión del Adobe con Incorporación del 1 % de Paja de Trigo	62
Tabla 13: Resultados del Ensayo de flexión del Adobe con Incorporación del 3 % de Paja de Trigo	63
Tabla 14: Resultados del Ensayo de flexión del Adobe con Incorporación del 5 % de Paja de Trigo	64
Tabla 15: Cuadro resumen del ensayo de resistencia de flexión de acuerdo al porcentaje de paja de trigo	65

Tabla 16: Resultados del Ensayo de succión de Adobe patrón 0%	66
Tabla 17: Resultados del Ensayo de succión de Adobe patrón 1%	67
Tabla 18: Resultados del Ensayo de succión de Adobe con incorporación de paja 3%.	68
Tabla 19: Resultados del Ensayo de Succión de Adobe patrón 5%.	68
Tabla 20: Resumen de los % de Succión por cada porcentaje de paja de trigo incorporado al adobe.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Déficit de Vivienda en la Provincia de Santiago de Chuco (INEI 2002)	21
Figura 2: Composición de la Tierra no Agrícola de la Provincia (Censo Agropecuario, INEI 1994).....	22
Figura 3: Viviendas Particulares en La Libertad (INEI, 2002)	22
Figura 4: Tecnologías tradicionales con tierra (Vélez, 2000)	32
Figura 5: Muestra de los ensayos de Succión, compresión y flexión.....	37
Figura 6: Paja de Trigo a utilizar (Fuente Propia).....	38
Figura 9: Resultados del Ensayo de Compresión de Adobe patrón 0%.....	56
Figura 10: Resultados del Ensayo de Compresión de Adobe con incorporación del 1 % de Paja de Trigo.....	57
Figura 11: Resultados del Ensayo de Compresión de Adobe con incorporación del 3% de Paja de Trigo.....	58
Figura 12: Resultados del Ensayo de Compresión de Adobe con incorporación del 5 % de Paja de Trigo.....	59
Figura 13: Gráfico resumen de la resistencia de compresión de acuerdo al porcentaje de paja de trigo.....	60
Figura 14: Gráfico resumen de la resistencia de compresión de acuerdo al porcentaje de paja de trigo.....	61
Figura 15: Resistencia del ensayo a flexión del Adobe con Incorporación del Adobe Patrón 0% de Paja de Trigo.....	62
Figura 16: Resultados del Ensayo de flexión del Adobe con Incorporación del 1 % de Paja de Trigo	63
Figura 17: Resultados del Ensayo de flexión del Adobe con Incorporación del 3 % de Paja de Trigo	64

Figura 18: Resultados del Ensayo de flexión del Adobe con Incorporación del 5 % de Paja de Trigo	65
Figura 19: Grafico resumen del ensayo de resistencia de flexión de acuerdo al porcentaje de paja de trigo	66
Figura 20: Gráfico resumen del ensayo de resistencia de flexión de acuerdo al porcentaje de paja de trigo	66
Figura 21: Resultados del Ensayo de succión de Adobe patrón 0%.	67
Figura 22: Resultados del Ensayo de succión de Adobe patrón 1%.	67
Figura 23: Resultados del Ensayo de Succión de Adobe con incorporación de paja 3%... ..	68
Figura 24: Resultados del Ensayo de Succión de Adobe patrón 5%.....	68
Figura 25: Resumen de los % de Succión por cada porcentaje de paja de trigo incorporado al adobe.....	69

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Contenido de Humedad	48
Ecuación 2: Porcentaje Retenido en el Tamiz	53
Ecuación 3: Porcentaje retenido acumulado	53
Ecuación 4: Porcentaje que pasa cada tamiz	54
Ecuación 5: Coeficiente de uniformidad.....	54
Ecuación 6: Coeficiente de curvatura.....	54
Ecuación 7: Peso específico	55
Ecuación 8: Resistencia a la compresión.....	58
Ecuación 9: Resistencia a la Flexión.....	59

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Muestra para realizar ensayos de suelo.....	80
Anexo 2: Material para ser lavado por malla N°200.....	80
Anexo 3: Ensayo de Granulometría, material secado al Horno	81
Anexo 4: Ensayo de Granulometría, Tamizado en Seco	81
Anexo 5: ensayo de Gravedad Específica	82
Anexo 6: Ensayo de Límite Plástico	82
Anexo 7: Ensayo de Límite Plástico	83
Anexo 8: Límite Líquido, tamizado por Tamiz N°40.....	84
Anexo 9: Límite Líquido copa de Casa Grande	85
Anexo 10: Ensayo de la copa de Casagrande	86
Anexo 11: Resultados de laboratorio del Suelo (Fuente: Corporación A&J)	87
Anexo 12: Resultados de laboratorio del Suelo (Fuente: Corporación A&J)	88
Anexo 13: Resultados de laboratorio del Suelo (Fuente: Corporación A&J)	89
Anexo 14: Resultados de laboratorio del Suelo (Fuente: Corporación A&J)	90
Anexo 15: Resultados de laboratorio del Suelo (Fuente: Corporación A&J)	91
Anexo 16: Adobera con el que se realizaron los adobes	92
Anexo 17: Muestra de adobes	92
Anexo 18: Muestra de adobe con adición de paja de trigo del 0%	93
Anexo 19: Muestra de Adobe con Adición de paja del 1%.....	93
Anexo 20: Muestra de Adobe con Adición de paja del 3%.....	94
Anexo 21: Muestra de Adobe con Adición de paja del 5%.....	94
Anexo 22: Muestras a ensayar llevados al laboratorio Corporación A&J- Trujillo.....	95
Anexo 23: Pesado de unidades de adobe con adición de paja del 0%.....	95
Anexo 24: Ensayo a la compresión de unidades de adobe con adición de paja del 0%	96

Anexo 25: Ensayo a la compresión de unidades de adobe con adición de paja del 0%	96
Anexo 26: Ensayo a la compresión de unidades de adobe con adición de paja del 0%	97
Anexo 27: Ensayo a la compresión de unidades de adobe con adición de paja del 0%	97
Anexo 28: Pesado de unidades de adobe con adición de paja del 1%	98
Anexo 29: Ensayo a la compresión de unidades de adobe con adición de paja del 1%	98
Anexo 30: Ensayo a la compresión de unidades de adobe con adición de paja del 1%	99
Anexo 31: Ensayo a la compresión de unidades de adobe con adición de paja del 1%	99
Anexo 32: Pesado de unidades de adobe con adición de paja del 3%	100
Anexo 33: Ensayo a la compresión de unidades de adobe con adición de paja del 3%	100
Anexo 34: Ensayo a la compresión de unidades de adobe con adición de paja del 3%	101
Anexo 35: Ensayo a la compresión de unidades de adobe con adición de paja del 3%	101
Anexo 36: Pesado de unidades de adobe con adición de paja del 5%	102
Anexo 37: Ensayo a la compresión de unidades de adobe con adición de paja del 5%	102
Anexo 38: Ensayo a la compresión de unidades de adobe con adición de paja del 5%	103
Anexo 39: Ensayo a la compresión de unidades de adobe con adición de paja del 5%	103
Anexo 40: Ensayo a la flexión de unidades de adobe con adición de paja del 0%	104
Anexo 41: Ensayo a la flexión de unidades de adobe con adición de paja del 0%	104
Anexo 42: Ensayo a la flexión de unidades de adobe con adición de paja del 0%	105
Anexo 43: Familia de adobes ensayados a flexión con adición de paja de trigo del 1% ..	105
Anexo 44: Ensayo a la flexión de unidades de adobe con adición de paja del 1%	106
Anexo 45: Ensayo a la flexión de unidades de adobe con adición de paja del 1%	106
Anexo 46: Ensayo a la flexión de unidades de adobe con adición de paja del 1%	107
Anexo 47: Ensayo a la flexión de unidades de adobe con adición de paja del 3%	107
Anexo 48 : Ensayo a la flexión de unidades de adobe con adición de paja del 3%	108
Anexo 49: Ensayo a la flexión de unidades de adobe con adición de paja del 3%	108

Anexo 50: Ensayo a la flexión de unidades de adobe con adición de paja del 5%	109
Anexo 51: Familia de adobes ensayados a flexión con adición de paja de trigo del 5% ..	109
Anexo 52: Ensayo a la flexión de unidades de adobe con adición de paja del 5%	110
Anexo 53: Ensayo a succión de unidades de adobe con adición de paja del 5%	110
Anexo 54: Ensayo a succión de unidades de adobe con adición de paja del 1%	111
Anexo 55: Ensayo a succión de unidades de adobe con adición de paja del 1%	111
Anexo 56: Ensayo a succión de unidades de adobe con adición de paja del 0%	111
Anexo 57: Resultados de las Propiedades físicas y Mecánicas del adobe (Fuente: Corporación A&J)	112
Anexo 58: Resultados de las Propiedades físicas y Mecánicas del adobe (Fuente: Corporación A&J)	113
Anexo 59: Resultados de las Propiedades físicas y Mecánicas del adobe (Fuente: Corporación A&J)	114
Anexo 60: Resultados de las Propiedades físicas y Mecánicas del adobe (Fuente: Corporación A&J)	115
Anexo 61: Resultados de las Propiedades físicas y Mecánicas del adobe (Fuente: Corporación A&J)	116
Anexo 62: Resultados de las Propiedades físicas y Mecánicas del adobe (Fuente: Corporación A&J)	117

RESUMEN

La presente tesis, es un diseño experimental, la cual busca determinar influencia de la paja de trigo en el adobe sobre sus propiedades de succión, compresión y flexión, para ello, se realizaron 120 unidades de adobe, las cuales fueron distribuidas en cuatro grupos, el primer grupo con las muestras patrón y los otros tres donde varía la cantidad de porcentaje paja de trigo de la siguiente manera (1%,3%,5%), 30 unidades de muestras patrón, 30 unidades con 1% de adición de paja de trigo, 30 unidades con 3% de adición de paja de trigo, 30 unidades con 5% de adición de paja de trigo, realizadas en el Centro Poblado de Cochabuc, distrito de Santiago de Chuco, Provincia de Santiago de Chuco, La Libertad, de todas éstas unidades se seleccionaron 4 unidades de adobe de cada porcentaje de adición de paja de trigo y del adobe patrón, las mismas que fueron evaluadas a su resistencia a la succión, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión.

También se puede afirmar que, los resultados obtenidos superan en más del 70.75% a los esfuerzos mínimos que establece la Norma E-080 de Tierra Reforzada del Ministerio de Vivienda y Saneamiento (2017), los cuales tienen que cumplir con un esfuerzo mínimo a la compresión de 12 Kg/cm² y un esfuerzo mínimo a la flexión de 0.86 Kg/cm².

Palabras clave: adobe, fibras, incorporación, paja de trigo, porcentaje

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La palabra adobe se deriva del árabe “al-tub”, que se refiere a una especie de ladrillo elaborado con una masa de barro hecho de arena o arcilla, la cual era mezclada con paja para luego darle forma de ladrillo y puesta a secar al sol, estos ladrillos hechos de adobe eran utilizados para la edificación de paredes y muros. La técnica de elaboración de estos ladrillos se fue expandiendo por todo el mundo, hallándose en muchas civilizaciones que jamás tuvieron ningún vínculo. Entre sus características está: la de poseer una gran inactividad térmica, esto se debe a su densidad para construir, por lo que es muy útil como regulador de la temperatura interior de la vivienda, durante el invierno conserva el calor y durante el verano conserva la frescura. Como el adobe es un material que es capaz de absorber la humedad atmosférica, tiende a perder su resistencia, a lo que se debe tener cuidado si es expuesto a largas temporadas de lluvia, ya que algunas paredes podrían desplomarse. (Rodríguez Rodríguez, 2018).

El adobe es un ladrillo hecho con barro que tiene, tradicionalmente, un peso promedio de unos 14 kilos. La mezcla ideal contiene un 20% de arcilla y un 80% de arena. Estos materiales, mezclados con agua, adquieren una forma fluida que permite volcarla en formas de madera dotadas de las dimensiones citadas anteriormente. Cuando parte del agua se evapora, el ladrillo de adobe es entonces capaz de sostenerse por sí mismo. Es entonces cuando se remueve la forma, completándose su secado al sol en áreas libres disponibles para tal fin, conocidas como "patios de secado". Después de varios días, para acelerar el secado, los ladrillos son movidos, apoyándose en una de sus caras laterales. Al cabo de unos pocos días están listos para ser apilados. (ECO-WEB, 2013). En el artículo del blog Virtual Ecocentro IPEC (2017), señala que el adobe es una de las técnicas de construcción más antiguas y populares del mundo. Su uso ha sido

registrado a más de 10 mil años en las más variadas zonas y climas del planeta. En el Antiguo Egipto se empleó frecuentemente el adobe, elaborado con limo del Nilo, en la construcción de casas, tumbas (mastabas), fortalezas, e incluso palacios, aunque los egipcios también fueron los primeros en emplear la piedra tallada para erigir templos, pirámides y otras edificaciones monumentales.

Blondet, García & Brzev (2017), en su investigación “Reconstruction of earthquake – resistant earthen buildings”, en la 13 th World Conference on Earthquake Engineering” señalan que el uso de adobe es muy común en algunas de las regiones del mundo más propensas a desastres naturales, como América Latina, África, el subcontinente de India y otras partes de Asia, el Oriente Medio y el Sur de Europa. Los autores concluyeron que es posible mitigar los efectos de fuertes terremotos en las viviendas de adobe retrasando y evitando su colapso con nuevas técnicas de y alternativas de construcción en tierra como el adobe reforzado.

Las culturas más importantes del mundo usaron el adobe para edificar sus viviendas en ciudades enteras como Egipto, Irán, China y Mesoamérica; ya que su ventaja era depender de un material abundante, de fácil obtención y manipulación al pie de la obra. Además de ser de sencilla fabricación, presenta otras muchas ventajas como la capacidad aislante térmica y sonora, resistencia del material y ahorro energético en climatización. (Sitio Solar, 2015).

En cuanto al uso del adobe en América, Gama Castro (2012), en su investigación “Arquitectura de tierra: el adobe como material de construcción en la época prehispánica”, informa que hace miles de años por los pueblos nativos, ubicados en el suroeste de los Estados Unidos como en Mesoamérica y la región andina en Sudamérica, ya que contaban con la materia prima para fabricar los adobes, donde el

autor concluye que la mayoría de las técnicas constructivas tradicionales usadas por las culturas de América son resultado del conocimiento empírico, este conocimiento generalmente es asistemático, ya que varía en cada cultura y región. (Gama Castro, 2012).

En el Perú, a través de la historia, de acuerdo con los estudios realizados, las construcciones con tierra o a base de adobe, para viviendas, ritos religiosos y militares, se han ido incrementando, en las diferentes épocas y la evolución o desarrollo de las culturas.

La construcción con adobe en nuestro país se remonta a la época prehispánica. Muchas de esas edificaciones han perdurado en el tiempo, como en el caso de la Ciudadela de Chan Chan, considerada “la ciudad de barro más grande de América”, la Ciudad Sagrada de Caral, “la más antigua de América”, la Fortaleza de Paramonga o el Complejo de Pachacamac. El uso de ese material se prolongó a lo largo de nuestra historia fundamentalmente por ser de fácil acceso, y porque permitió crear ambientes con propiedades ambientales favorables, como la mitigación del ruido y la intensa temperatura externa. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2017).

Las construcciones a base de tierra tienen su origen en la época prehispánica y fueron influenciadas por la colonización española. Esta influencia varía en cada ciudad, y sumada a otros factores como la actividad económica o el clima origina una amplia diversidad de tecnologías constructivas. (Carazas, 2001).

Debido a la belleza de sus construcciones, el centro histórico de Lima, actual capital de Perú, fue reconocido por la UNESCO como patrimonio histórico de la humanidad en el año 1991.

Actualmente, la típica vivienda de adobe en el Perú posee 1 o 2 pisos. La mayoría, en especial las de la zona rural, no cuentan con sobre cimientos adecuados. El espesor de

los muros es variable, desde 0,30m hasta 1,00 m (antiguas casonas). Las habitaciones son espaciales (en especial la sala). Las cocinas y los baños se encuentran, generalmente, fuera de la vivienda. Poseen un espacio en la parte posterior utilizada como depósito o para la crianza de animales. El techo está compuesto por troncos de eucalipto o caña apoyados sobre los muros, con pendientes a una o dos aguas. La cobertura de los techos es de caña chanchada y sobre esta se coloca una torta de barro; otras viviendas utilizan tejas o calaminas. (Rubiños, 2009).

Según los Censos de Población y Vivienda (2007), la población que habitan viviendas con adobe o tapial en nuestro país es de nueve millones noventa y un mil novecientos noventa y cinco habitantes 9, 091,995. (INEI, 2007).

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática- INEI (2013) en el país existían 7 millones 828 mil 571 viviendas particulares. De este total, en 3 millones 688 mil 452 (47,1%) viviendas en donde predomina en sus paredes exteriores el adobe, tapia o quincha; piedra con barro; madera; estera; u otros materiales que las hacen vulnerables a movimientos telúricos. A su vez el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), indica que En paredes de las viviendas de Cajamarca y La Libertad predomina adobe, tapia y quincha. El INEI informó que del total de viviendas que tienen como material predominante en sus paredes el adobe, tapia o quincha en nuestro país (2 millones 774 mil 5), los departamentos de Cajamarca y La Libertad albergan al 10,9% (303 mil 183) y al 9,9% (274 mil 630) de estas viviendas.

Según Montoro & Ferradas (2005), en su investigación para la guía del ITDG “Reconstrucción y gestión de riesgo: Una propuesta técnica y metodológica”, expresan que hoy en día en el Perú, el uso de los materiales, sistemas y técnicas de construcción en las edificaciones, se han caracterizado por usar recursos locales, donde se usa piedra

para las cimentaciones, el barro como adobe y/o tapial y quincha (predominantemente en la zona de la sierra y el norte de la costa peruana), madera, ladrillo, entre otros. Los autores concluyen que deben realizarse nuevas metodologías para los sistemas de construcción, manejando la capacitación hacia los pobladores utilizando recursos de la zona.

En el Portal “Santiago de Chuco un destino Túrístico por conocer” nos dice que La provincia de Santiago de Chuco, está ubicada en la Cordillera Occidental de los Andes, en el Departamento de La Libertad, tiene un territorio de 2658.96 Km². con 08 distritos que son : Santiago de Chuco, Angasmarca, Santa Cruz de Chuca, Cachicadán, Mollebamba, Mollepata, Quiruvilca y Sitabamba , con una población estimada al año 2002 de 51,995 habitantes, de los cuales 35,836 viven en las áreas rurales, lo cual equivale al 69% del total (déjese entendido que los centros urbanos del territorio son pequeños poblados donde no existen siquiera transporte urbano y el interurbano es muy esporádico) y la población urbana es 16159 habitantes, esto es el 31%; la densidad poblacional es de 19.55 habitantes por Km².

La provincia de Santiago de Chuco presenta los siguientes límites, por el norte limita con la provincia de Sánchez Carrión, por el este con la provincia de Pataz, por el sur con el departamento de Ancash - Pallasca y por el oeste con la provincia de Julcán. Tiene una extensión de 318,220 Ha con un perímetro de 332 Km., por su propia ubicación, en los andes, presenta diversos pisos, con un máximo de 4356 m.s.n.m. hasta los 3657 m.s.n.m. La capital provincial se ubica en 3100 m.s.n.m. Presenta diversos climas, desde la zona calurosa hasta la zona fría en la jalca. Normalmente es templado y seco entre mayo y setiembre y lluvioso entre octubre y abril., de acuerdo

con los informes de la estación meteorológica de Santiago de Chuco, las temperaturas oscilan entre los 17 y 08 grados centígrados, y tiene precipitación fluvial promedio es de 7.2 mm/mes normalmente las lluvias, empiezan en el mes de octubre y termina en abril. (INEI, 2002)

Según el INEI el Déficit de vivienda en la provincia de Santiago de Chuco dividida por sus distritos: El distrito Santa Cruz de Chuca su porcentaje de déficit de vivienda está entre 12 y 20 %, en segundo lugar los distritos de Angasmarca y Cachicadán su déficit de vivienda oscila entre 7 y 7.9%. Déficit de Desagüe: Los distritos de Mollebamba, Mollepata, Santa Cruz de Chuca y Sitabamba su déficit de desagüe esta entre el 80 y 100%. Podemos concluir que el déficit de desagüe en la provincia es en promedio de más de 50%.

DISTRITOS	D. VIVIENDA	
	En miles	Porcentaje
SANTIAGO DE CHUCO	101-500	0-3,9
ANGASMARCA	51-100	4-7,9
CACHICADAN	51-100	4-7,9
MOLLEBAMBA	51-100	0-3,9
MOLLEPATA	51-100	0-3,9
QUIRUVILCA	0-50	0-3,9
SANTA CRUZ DE CHUCA	51-100	12-20
SITABAMBA	0-50	0-3,9

Figura 1: Déficit de Vivienda en la Provincia de Santiago de Chuco (INEI 2002)

El tipo de suelo que predominad en la provincia de Santiago De Chuco según el INEI- III Censo Nacional Agropecuario 1994, la distribución de la tierra no agrícola es de un 37.8% para Pastos Naturales, que representa el 73.3% de la superficie no agrícola; y para montes y bosques corresponde el 22.4% equivalente al 10.8% del total de superficie no agrícola; y el mayor porcentaje corresponde a otra clase de tierras (no fértil) que representa el menor porcentaje 15.9% de superficie no agrícola.

Composición	Unidades Agropecuarias		Superficie No Agrícola	
	Numero	porcentaje	Hectáreas	Porcentaje
Pastos Naturales	5673	37.8	41335.57	73.3
Montes y bosques	3366	22.4	6108.08	10.8
Otra clase de tierra	5970	39.78	8967.61	15.9
Total	15009	100	56411.26	100

Figura 2: Composición de la Tierra no Agrícola de la Provincia (Censo Agropecuario, INEI 1994)

Asimismo, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), las viviendas que existen en la provincia de Santiago de Chuco son 15,400 viviendas particulares, 33 viviendas colectivas y 7 viviendas de otro tipo.

Provincia	Total	Vivienda		
		Particular	Colectiva	Otro Tipo 1/
Total	416 912	416 064	726	122
Trujillo	191 688	191 278	410	62
Ascope	31 809	31 774	35	4
Bolívar	4 714	4 705	9	2
Chepén	21 919	21 886	33	4
Julcán	9 480	9 474	6	2
Otuzco	29 764	29 728	36	4
Pacasmayo	26 790	26 737	53	13
Pataz	20 131	20 099	32	9
Sánchez Carrión	36 308	36 260	48	7
Santiago de Chuco	15 433	15 400	33	7
Gran Chimú	9 726	9 711	15	4
Virú	19 028	19 012	16	4

Figura 3: Viviendas Particulares en La Libertad (INEI, 2002)

Por ello es necesario evaluar los distintos tipos de adobe que se realizan para la construcción de viviendas, evaluar los factores que ayudan a determinar el buen desarrollo de uso constructivo de este tipo de material, y cuál sería el comportamiento que este tendría frente a agentes externos.

1.1.1. Antecedentes

Como señala Alemany (2012), en su artículo “Volver a la tierra, el mejor material de construcción” de la revista virtual Amazú, expresa que se han hecho estudios al adobe para mejorar sus características originales, esto ha producido al adobe tecnificado o

estabilizado, añadiéndole estabilizadores naturales como paja y fibras de vegetales. El autor concluye que las fibras huecas hacen más fuerte al material y pueden mejorar sus características como incrementar su resistencia al esfuerzo de compresión y flexión, reduce la succión de agua, entre otras.

En el 2018, Chuya & Ayala, en su tesis “Comparación de parámetros mecánicos y físicos del adobe tradicional con adobe reforzado con fibra de vidrio” en Cuenca Ecuador, para que obtengan el título de arquitecto, fabricaron adobes que fueron clasificados por porcentajes incorporados de fibras de vidrio. Las autoras concluyeron que las fibras de vidrio aumentan las características mecánicas del adobe tradicional.

Según, Aníbal Bendezu y Gustavo García, en su tesis “Evaluación de la Resistencia del Adobe reforzado con paja de trigo para viviendas en el Distrito de Chalaco – Piura, 2019”, para obtener el título profesional de ingeniero civil, evaluaron la resistencia del adobe reforzado con paja de trigo para viviendas en el Distrito de Chalaco en donde encontraron como resultado, una resistencia máxima a esfuerzos a la compresión de 27.35 Kg/cm^2 y una resistencia máxima a esfuerzos a la flexión de 2.5 Kg/cm^2 . Se concluyó que al reforzar a las unidades de adobe con diferentes dosificaciones (1%, 3% y 5%) con paja de trigo, la unidad del adobe aumenta su resistencia, donde se pudo demostrar mediante los ensayos de laboratorio que utilizando la paja de trigo como refuerzo interno mejoran sus propiedades físicas y mecánicas de la unidad del adobe, donde se encontró los esfuerzos mínimos de esfuerzos a la compresión y esfuerzos a la flexión que son mayores a los esfuerzos mínimos que determina la Norma E-080.

Según Gonzalo Sánchez (2012a), en su tesis “Morteros de barro estabilizados con fibras de paja, esparto y sisal para revestimientos”, para obtener la maestría como Universitario Innovación Tecnológica en Edificación, Madrid, indica que en Centroamérica existen edificaciones que son restos arqueológicos como la Pirámide del Sol y la Pirámide de la Luna, ubicados en México, construidas entre los siglos I y VIII d.C.; conformadas por bloques de piedras volcánicas, muros de adobe reforzado con madera de árboles y morteros para revestimientos de muros exteriores e interiores; la autora concluye que el adobe es era el núcleo para la construcción de sus muros; lo que nos indica que el adobe es un material muy utilizado en el ámbito de la construcción, y que al añadir la paja los muros de adobe mejoran su resistencia a la compresión, lo que nos sirve de referencia para el presente estudio.

Liumitasig y Siza (2017). Universidad Técnica de Ambato-Ecuador, en la tesis para optar su título profesional de Ingeniero Civil. “Estudio de la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con paja, estiércol, savia de penca de tuna, sangre de toro y análisis de su comportamiento sísmico usando un modelo a escala”. fijo como objetivo principal, determinar su resistencia a la compresión, flexión y succión del adobe artesanal con adobe estabilizado con estiércol de vaca, sangre de toro, savia de penca de tuna y paja y determinar su comportamiento ante eventos naturales, usando un modelo a escala, concluyendo lo mencionando que los adobes artesanales estabilizados con sangre de toro y paja se obtuvo la resistencia a la compresión de 13.72 Kg/cm² a los 30 días y se demostró un aumento en su resistencia a la compresión y flexión, y así dar confiabilidad a que si se puede hacer uso de estos materiales como reforzamiento a las unidades de adobe y que pueden dar una mayor seguridad a las personas que construyen este tipo de viviendas. Este antecedente nos sirvió de

referencia para poder seleccionar el tipo de material a incorporar al adobe para mejorar sus propiedades en su resistencia a compresión y flexión.

Según Minke (2012), en su investigación “Bioconstrucción con tierra”, afirma que para el empleo del estiércol de vaca, debe dejarse reposar de 1 a 4 días para permitir la fermentación; el efecto de estabilización se incrementa considerablemente, debido al intercambio de iones entre los minerales de la arcilla y el estiércol. El autor menciona que en las investigaciones efectuadas en el FEB (Forschungslabor für Experimentelles Bauen -Laboratorio de Investigación de Construcciones Experimentales- de la Universidad de Kassel, Alemania), se mostraron que una muestra de revoque de barro ensayada con la prueba de aspersion de chorros de agua se erosiona luego de cuatro minutos mientras que una muestra con 3,5% en peso de estiércol de vaca comenzó a mostrar signos de erosión después de 4 horas.

Como señalan Elenga, Mabiala, Ahouet, Goma-Maniongui & Dirras (2011), en su investigación “Characterization of clayey soils from Congo and physical proprieties of their compressed earth blocks reinforced with post-consumer plastic wastes”, compararon las propiedades físicas de los bloques de tierra comprimida reforzados con desechos plásticos con los bloques no reforzados. La resistencia a la compresión de los adobes sometidos a una fuerza de 2.8 MPa es aproximadamente 1.5 MPa, que es el valor límite inferior permitido para los adobes. Entonces los autores concluyeron que el refuerzo con redes de desecho de polietileno aumentó la resistencia en aproximadamente un 20% a 30% y aumentó ligeramente la resistencia al agua, el módulo de Young y la tensión al fallo.

1.1.2. Bases teóricas

El mortero: es un material de unión de los adobes. Puede ser barro con paja o con arena, o barro con otros componentes como asfalto, cemento, cal, yeso, bosta, etc. (Norma E.080, 2017).

El Mortero tipo I: Consiste en mortero de suelo y algún aglomerante como cemento, cal o asfalto. Deberá utilizarse la cantidad de agua que permita una adecuada trabajabilidad. Las proporciones dependen de las características granulométricas de los agregados y de las características específicas de otros componentes que puedan emplearse. ((Norma E.080, 2017).

El Mortero tipo II: Su composición del mortero debe cumplir los mismos lineamientos que las unidades de adobe y de ninguna manera tendrá una calidad menor que las mismas. Deberá emplearse la cantidad de agua que sea necesaria para una mezcla trabajable. Las juntas horizontales y verticales no deberán exceder de 2 cm y deberán ser llenadas completamente. (Norma E.080, 2017).

Paja: se define como paja al tallo seco de ciertas gramíneas, especialmente los cereales llamados comúnmente de “caña” (trigo, avena, centeno, cebada, arroz, etcétera), una vez cortado y desechado, después de haber separado el grano o semilla mediante la trilla. (Real Academia Española).

Paja de trigo: es un pasto que crece en altitudes comprendidas entre los 3,300 a 4,500 msnm, son plantas de climas fríos, de allí que abunda en las jalcas de nuestra serranía. Es un material fibroso de forma bastante fina, que se puede emplear para la fabricación

de adobes con el fin de absorber las tensiones provocadas por la contracción de la mezcla suelo-agua como consecuencia del secado. El elevado porcentaje de lignina hace que esta planta sea resistente a la descomposición producida por microorganismos. (Jimenez & Llanos, 1985).

Adobe: Se define el adobe como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos. (Manual de construcción: Edificaciones antisísmicas de adobe, 2010).

Adobe estabilizado: se define como adobe estabilizado cuando al adobe se incorporan otros materiales (asfalto, cemento, cal, etc.) con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad. (Manual de construcción: Edificaciones antisísmicas de adobe, 2010). Según la Norma E-080, 2017, la gradación del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes: arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70%, no debiéndose utilizar suelos orgánicos. Estos rangos pueden variar cuando se fabriquen adobes estabilizados. El adobe debe ser macizo y sólo se permite que tenga perforaciones perpendiculares a su cara de asiento, cara mayor, que no representen más de 12% del área bruta de esta cara. El adobe deberá estar libre de materias extrañas, grietas, rajaduras u otros defectos que puedan degradar su resistencia o durabilidad. Según la Norma E-080, 2017, los adobes podrán ser de planta cuadrada o rectangular y en el caso de encuentros con ángulos diferentes de 90°, de formas especiales. Sus dimensiones deberán ajustarse a las siguientes proporciones. Para adobes rectangulares el largo sea aproximadamente el doble del ancho, la relación entre el largo y la altura debe ser del orden de 4 a 1 y la altura en lo posible debe ser mayor a 8 cm.

Dosificación: La dosificación implica establecer las proporciones apropiadas de los materiales que componen al concreto, a fin de obtener la resistencia y durabilidad requeridas, o bien, para obtener un acabado o pegado correctos. Generalmente expresado en gramos por metro (g/m). (Vivienda, Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada, 2017).

Resistencia a la compresión: Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. La resistencia a la compresión de un material que falla debido a la rotura de una fractura se puede definir, en límites bastante ajustados, como una propiedad independiente. Sin embargo, la resistencia a la compresión de los materiales que no se rompen en la compresión se define como la cantidad de esfuerzo necesario para deformar el material una cantidad arbitraria. La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima por el área transversal original de una probeta en un ensayo de compresión. (Instron, 2016).

Resistencia a la flexión: Esfuerzo máximo de la fibra desarrollado en una probeta justo antes de que se agriete o se rompa en un ensayo de flexión. Se presenta la resistencia de fluencia de la flexión en lugar de la resistencia a la flexión para aquellos materiales que no se rompen en el ensayo de flexión. Sinónimo de módulo de rotura. (Instron, 2016).

1.2. Formulación del problema°

¿Cuál es la influencia del porcentaje de paja de Trigo en el de adobe sobre la succión, compresión y flexión del distrito de Santiago de Chuco, La Libertad, 2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia del porcentaje de paja de trigo en el adobe sobre la succión, compresión y flexión del distrito de Santiago de Chuco, La Libertad, 2021.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar la tierra a utilizar mediante los ensayos de contenido de humedad, límites de consistencia, análisis granulométrico y peso específico, para ser utilizado en la fabricación del adobe.
- Determinar la resistencia a succión del adobe con incorporación de tres porcentajes de paja de trigo en 1%, 3%, 5%.
- Determinar la resistencia a compresión del adobe con incorporación de tres porcentajes de paja de trigo en 1%, 3%, 5%.
- Determinar la resistencia a flexión del adobe con incorporación de tres porcentajes de paja de trigo en 1%, 3%, 5%.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

El porcentaje de paja de Trigo en el Adobe influye en la succión, resistencia compresión y flexión del distrito de Santiago de Chuco, La Libertad, 2021.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Alguna proporción de la paja de Trigo en el adobe modifica eficientemente su resistencia a la compresión, en la localidad de Santiago de Chuco.
- Alguna proporción de la paja de Trigo en el adobe modifica eficientemente su resistencia a la Flexión, en la localidad de Santiago de Chuco.
- Alguna proporción de la paja de Trigo en el adobe modifica eficientemente la capacidad de succión del adobe, en la localidad de Santiago de Chuco.

- El efecto que se produce al incorporar el 1 %, 3%, 5% de paja de trigo en un adobe, es positivo, puesto que aumenta su resistencia a la compresión y flexión del adobe en más del 10%.

1.5. Justificación

Para realizar el estudio se eligió el distrito de Santiago de Chuco, provincia de Santiago, departamento de la Libertad, en esta localidad según el INEI el 90% las construcciones de las viviendas son a base de adobe, y mediante la técnica de la inspección visual se evaluó que las viviendas están construidas a base de adobe que presentan paredes bastantes desgastadas. El desgaste de las paredes es debido a que están construidas con unidades de adobe de baja resistencia que disminuyen su vida útil de las viviendas.

La baja resistencia del adobe se puede comprobar mediante la movilización de las unidades, que al levantarlas se quiebran con facilidad por su baja presencia de arcilla y mayor porcentaje de tierra limosa y tierra orgánica, qué al realizar la prueba de campo, tal como lo determina la Norma E-80.

Debido a esa dificultad las personas tienen la necesidad de conseguir tierra adecuada que cumpla con los parámetros de presencia de arcilla, limo y arena tal como lo establece la Norma E-080, para fabricar sus unidades de adobe más resistentes, de la misma algunas de las personas de dicha Ciudad se ven en la obligación de fabricar sus unidades en zonas aledañas, pero al momento de transportarlos se quiebran en un gran porcentaje debido a la manipulación del traslado.

La justificación de haber desarrollado este trabajo se basa en investigar la variada gama de usos que se le puede dar a un material tan simple como es la tierra para la formación de adobes.

La presente investigación tiene como propósito, evaluar la succión, resistencia a la compresión y flexión que obtengan los bloques de adobes reforzados con la adición de paja de trigo y poder ser usados para la construcción de viviendas en el Distrito de Santiago de Chuco, Provincia de Santiago de Chuco, La Libertad, lo cual servirá para determinar la resistencia a la compresión, flexión y succión del adobe reforzado con paja de trigo.

Según Raul, H (2009) indica que, desde el punto de vista de la sustentabilidad, este material induce al ahorro de materiales y en consecuencia al ahorro de energía y materia prima en la producción de material de construcción.

Los materiales necesarios para realizar adobes son fáciles de obtener localmente. Prácticamente cualquier tipo de tierra es útil para construir, se pueden hacer mezclas con otro material cercano o con algún mejor ante de la mezcla que podrían ser cal, yeso, paja; el adobe es un material totalmente reciclable. También al utilizar un adobe estructural en las edificaciones, podrá traer más seguridad en las mismas e incluso, un ahorro en los diferentes materiales utilizados en la construcción como acero, concreto, etc. De la misma manera en que se va a realizar adobe estructural, se debe tratar de que la resistencia del mismo no sea afectada o por lo menos no sea significativo para que así las construcciones no se vean afectadas, partiendo de esta idea es necesario definir los materiales óptimos que se deben usar.

Como señala Diego D. (1997) en su tesis “Adobe, características y sus principales usos de la Construcción” nos hace mención que, el adobe cumple con un doble propósito en una construcción, el de ser útil y estático. La utilización de este material obliga a conocer sus antecedentes, para la solución de los problemas que se presentan durante su periodo de ejecución. Así mismo, este mismo autor nos dice que, la calidad del juega un papel muy importante en el adobe; todo esto nos indica que se tiene que realizar los estudios necesarios para determinar si el proceso de fabricación es el adecuado tal como lo establece la norma.

Las tecnologías tradicionales del barro de uso más divulgado pueden resumirse según el siguiente esquema (Figura 04):

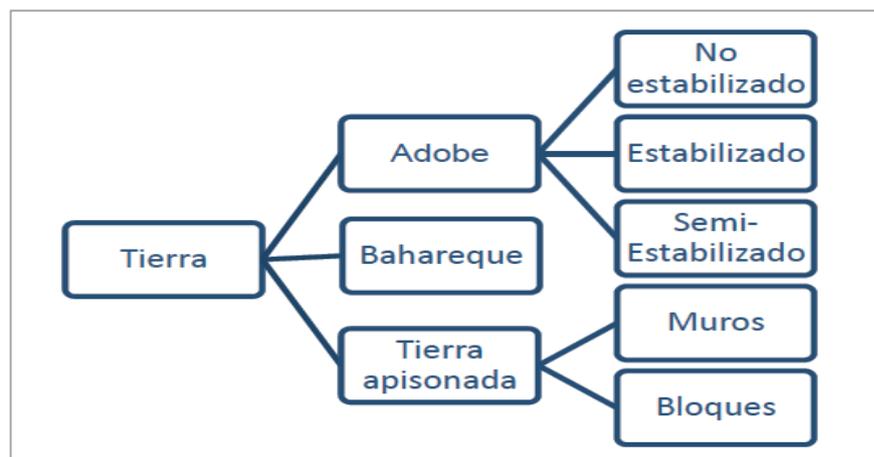


Figura 4: Tecnologías tradicionales con tierra (Vélez, 2000)

Según el portal ECO-WEB (2013), El comportamiento del adobe está ligado a las condiciones y constitución del suelo del cual proviene. Un suelo excesivamente arcilloso exigirá la incorporación de una mayor proporción de otros componentes para balancear su mayor capacidad de contracción-expansión que puede conducir a fisuras y deformaciones. La mejor forma práctica de conocer el comportamiento del suelo es

realizar inicialmente la construcción de una pequeña muestra de adobes y observar su comportamiento, incorporando luego, de haber necesidad, los correctivos del caso.

Después de haber observado el problema, se plantió realizar la presente tesis con el fin de mejorar la resistencia del adobe, que permita construir viviendas de adobe más resistentes, y que pueda brindar un buen desempeño durante su vida útil de la vivienda, y para corroborar y tener la certeza de que los materiales se les está añadiendo al adobe, como la paja de trigo, sí mejora sus propiedades, los ensayos se realizaron en el laboratorio de la Corporación A&J.

Es así, que antes de iniciar el proceso de fabricación del adobe se tiene que realizar estudios previos a la tierra a utilizar en este proceso; la tierra tiene que ser evaluada, se determina la presencia de arcilla de un suelo mediante la prueba de “Cinta de Barro” y la prueba de “Resistencia Seca” tal como lo establece Norma e.080 Diseño y Construcción con tierra reforzada.

También, es necesario realizar la prueba de resistencia del adobe estos no deberán tener grietas, ni estar deformados. Un buen adobe apoyado sobre otros dos debe resistir el peso de una persona por lo menos durante un minuto. Se debe hacer esta prueba por lo menos cada 50 adobes que se fabriquen.

Asimismo, para determinar la resistencia a la compresión, flexión y contenido de humedad del adobe reforzado con de paja de trigo para la construcción de viviendas en el Distrito de Santiago de Chuco, provincia de Santiago de Santiago, se desarrollará

a base de las técnicas que establece la Norma E-080. Diseño y Construcción con tierra reforzada del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017.

En la edificación con tierra, al utilizar muros gruesos tiene una gran capacidad de almacenar el calor y cederlo posteriormente (cualidad conocida como inercia térmica). Así, permite atenuar los cambios de temperatura externos, creando un ambiente interior agradable. Sobre todo, resulta adecuada en climas con oscilaciones extremas de temperatura entre el día y la noche.

A su vez los muros de tierra transmiten mal las vibraciones sonoras, de modo que se convierten en una eficaz barrera contra los ruidos indeseados. La tierra es un material inerte que no se incendia, ni pudre, y no es susceptible de recibir ataques de insectos.

Se espera que este trabajo contribuya a desarrollar ideas para aplicarse en futuras construcciones de viviendas del distrito de Santiago de Chuco, Provincia de Santiago de Chuco, departamento de La Libertad.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada, ya que indaga a solucionar un problema conocido y busca encontrar respuesta a las preguntas específicas. En diferente entendido el énfasis de la investigación aplicada es resolución práctica a los problemas. Así mismo, es un estudio experimental, ya que utilizamos una variedad de métodos para manipular el objeto de estudio y que este tenga un mejor comportamiento.

2.2. Población y muestra

2.2.1. Unidad de Muestra

Son las unidades de adobe que se someterá a ensayos de succión, esfuerzos a la compresión y flexión, mediante ensayos que se llevarán a cabo en el laboratorio de acuerdo con la Norma E-080 del (RNE).

2.2.2. Población

La población de estudio está constituida por todas las unidades de adobes reforzados con incorporación de fibras naturales como la paja de trigo.

2.2.3. Muestra

Para este proyecto de investigación se desarrollará con una muestra de 90 unidades de adobes reforzados y 30 muestras patrón sin reforzar, fabricando 10 unidades por cada muestra y escoger 4 de las diez para realizar el ensayo, tal como lo establece la Norma E-080 de Diseño y construcción de Tierra Reforzada del Ministerio de Vivienda 2017, donde indica el proceso para realizar los ensayos de resistencia a la compresión, flexión y succión de las unidades del adobe reforzado con paja de trigo en 1%, 3% , 5% y del adobe patrón.

Tabla 1: Población de los ensayos de humedad, succión, compresión y flexión

	0%	1%	3%	5%
Succión	10	10	10	10
Resistencia a la compresión	10	10	10	10
Resistencia a la Flexión	10	10	10	10

La muestra es probabilística porque es posible calcular el error estándar, por ello se calculará de acuerdo al criterio de los investigadores, teniendo en cuenta en los ensayos a realizar, como esfuerzo a la compresión, esfuerzo a la flexión y succión de agua, tal como lo establece la Norma de Tierra Reforzada E-080, y la NTP (399.604), el cual indica elaborar 10 unidades tomados como referencia de la muestra de la tesis “Efectos de la incorporación de cuatro porcentajes (2.5%, 5%, 7.5% y 10%) de estiércol de caballo en la resistencia a la Compresión y flexión del adobe” realizado por Bach. Doris Iveth Ortiz Zamora, de las cuales se escogerán las cuatro mejores muestras para realizar el ensayo de laboratorio.

Para este proyecto de investigación se realizará con una muestra de 120 unidades, reforzados con adición de (1%, 3% y 5%) de paja de trigo y una muestra patrón, sometiéndolos a esfuerzos a la compresión, flexión y a la capacidad de succión de agua.

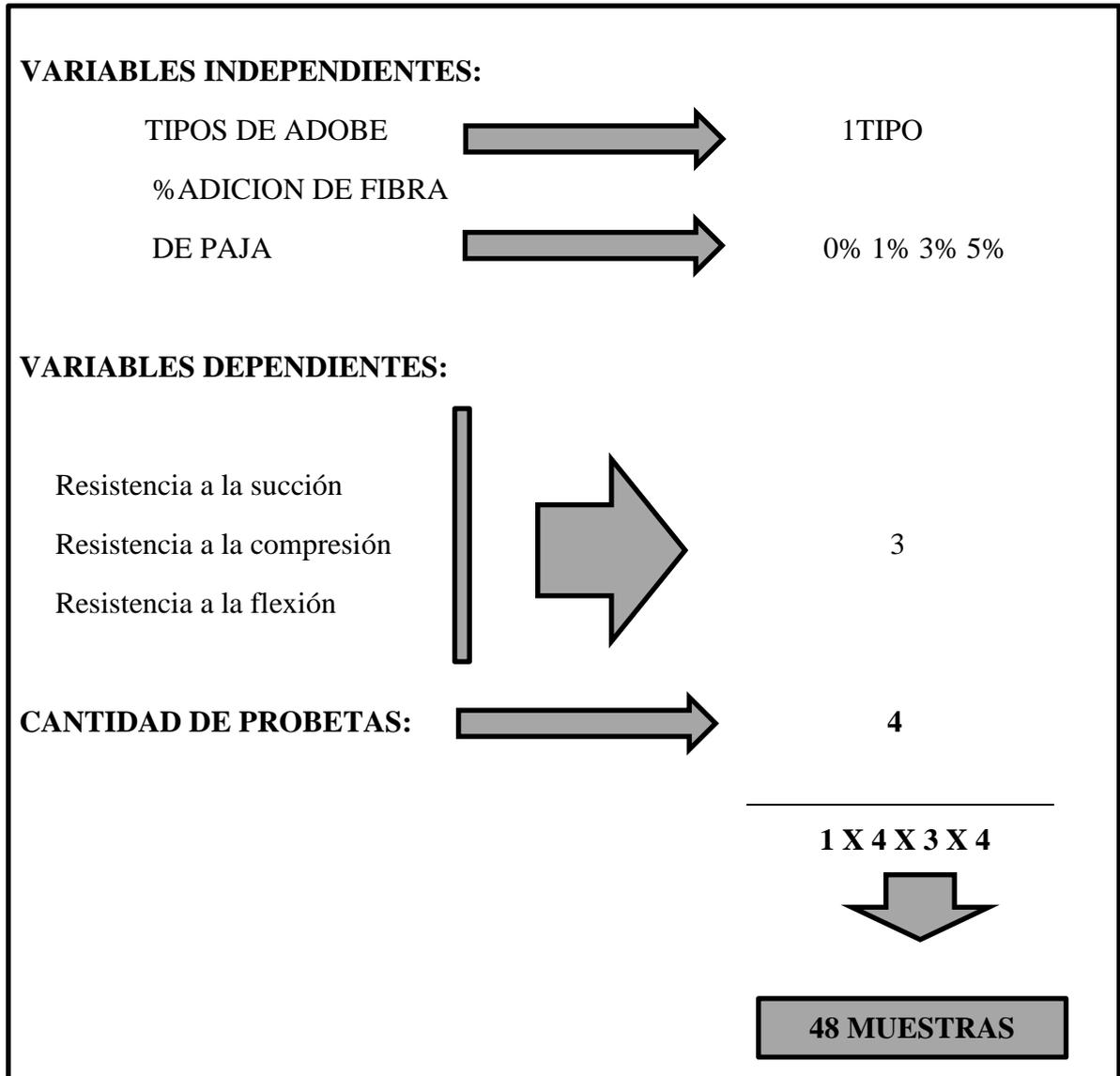


Figura 5: Muestra de los ensayos de Succión, compresión y flexión

2.3. Materiales, instrumentos y métodos

Tabla 2: Instrumentos y métodos de acuerdo a los tipos de ensayos

ENSAYOS	METODOS	INSTRUMENTOS
Ensayos del suelo	Experimento	Tamices, horno, taras, balanza, protocolos
Succión	Experimento	Horno de secado, Tina de Curado, balanza, guantes
Flexión y compresión	Experimento	Equipo de compresión y flexión.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Para la elaboración de la investigación se determinará la resistencia a la compresión, flexión y succión de agua, con adición de paja de trigo en porcentajes de (1%, 3% y 5%), mediante los datos obtenidos en los ensayos de laboratorio, serán plasmados en tablas en el Programa Microsoft Excel para tener un mejor entendimiento de todo el procedimiento.

Para esta investigación experimental se realizó 2 procedimientos, el primero que fue el de observación que trata de la identificación del tipo de adobe existente en las viviendas del distrito de Santiago de Chuco; y el segundo que trata de un diseño experimental, donde se varía la cantidad de porcentaje paja en el diseño de la siguiente manera (0%,1%,3%,5%). Se evaluará la resistencia a la humedad, resistencia a la succión, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión.

2.5. Procedimiento

Para el ensayo de humedad, succión, resistencia y flexión, se utilizarán 120 bloques de adobe para los cuales se realizará para cuatro tipos de porcentajes de adición de paja (0%,1%, 3%,5%).



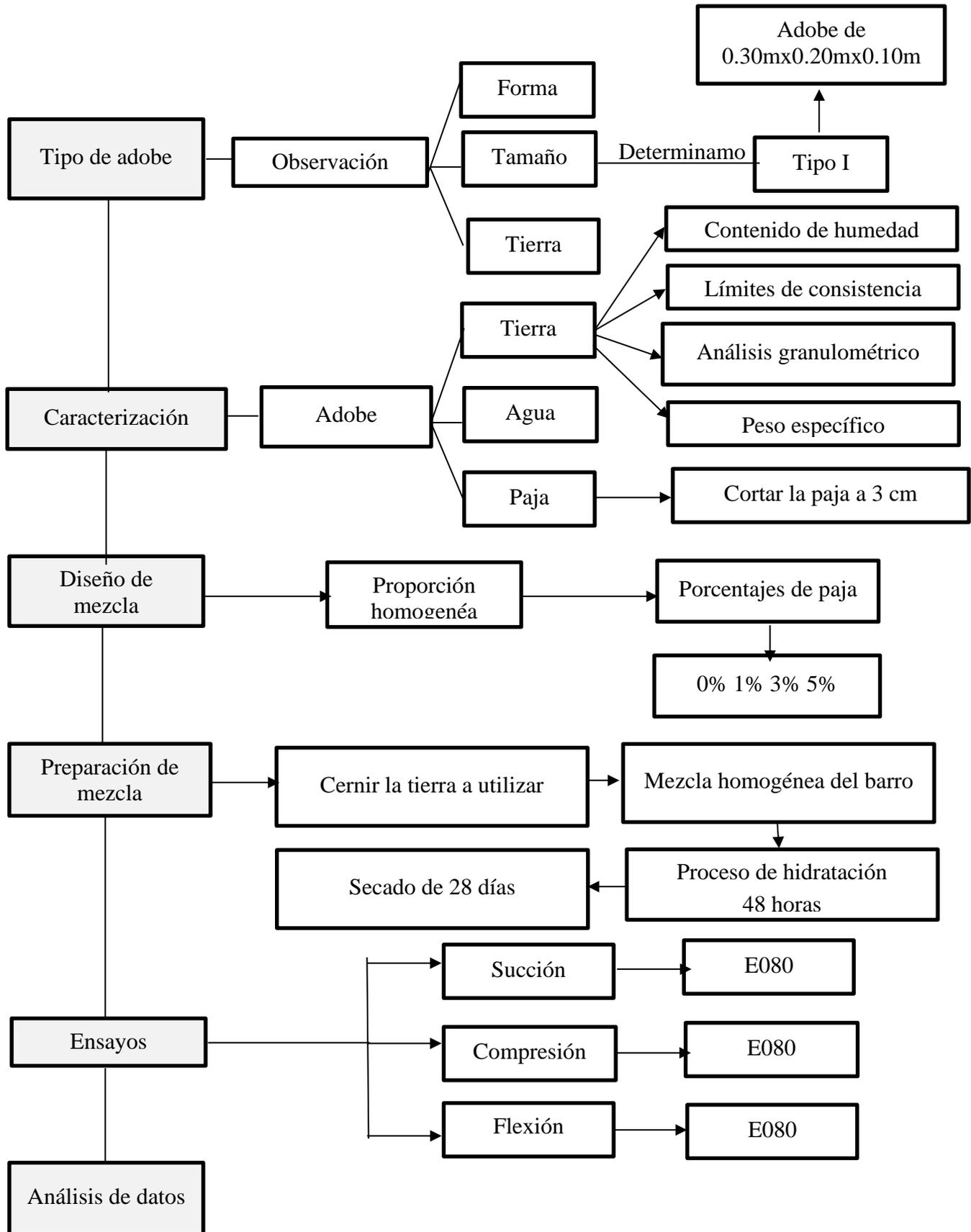
Figura 6: Paja de Trigo a utilizar (Fuente Propia)

Así mismo, se realizarán 10 réplicas de adobe por cada diseño. Cuyas dimensiones serán de 30 x 20 x 10 cm y tendrán un peso aproximado de 8 Kg. Por tanto, nuestra matriz de diseño será la que se presenta en la Tabla N°3.

Tabla 3: Matriz de Diseño

	0%	1%	3%	5%
Succión	A0%	A1%	A3%	A5%
Resistencia a la compresión	RC0%	RC1%	RC3%	RC5%
Resistencia a la Flexión	RF0%	RF1%	RF3%	RF5%

Asimismo, para el análisis de datos se realizó un control de calidad, de acuerdo a la norma de cada ensayo, aplicando la desviación estándar para cada ensayo realizado, así mismo se eliminaron los datos defectuosos que no estén dentro de los límites solicitados. Para el análisis experimental se utilizará según el siguiente esquema:



Reconocimiento de la zona de Estudio

En esta etapa se eligió la cantera en el Centro Poblado de Cochabuc, distrito de Santiago de Chuco, Provincia de Santiago de Chuco, La Libertad, porque es uno de los centros poblados con fácil acceso, asimismo se observó que dicho centro poblado se encuentra en proceso de una expansión territorial, por lo cual considero que la presente tesis contribuirá a tener un sustento técnico para futuras construcciones en la zona. Por lo que se procedió a extraer el material y hacer el análisis de estudios del suelo, los cuales cumplieron con los parámetros de la Norma Técnica Peruana E- 080 para la elaboración de adobes.

- Ubicación de la cantera:
 - Departamento: La Libertad
 - Provincia: Santiago de Chuco
 - Distrito: Santiago de Chuco
 - Centro Poblado: Caserío de Cochabuc

- Acceso a la cantera:

El acceso de la cantera donde se sacará material para el estudio de suelos y la realización de adobes, es el siguiente:

Tabla 4: Acceso a la Cantera

Lugar	Distancia	Tiempo
Trujillo (Laboratorio Particular)	165 Km	3 Horas 40 minutos
Plaza de armas de Santiago de Chuco – C.P. Cochabuc	12 Km	35 Minutos
C.P. Cochabuc – cantera	600m	10 Minutos

Extracción del material

Se extrae el material de la cantera ubicada en el C.P. Cochabuc, la misma que sirvió para realizar los ensayos del estudio.

Ensayos realizados

Se hicieron los ensayos de suelos en el laboratorio de la Corporación A&J (Contenido de humedad, Límites de Consistencia, análisis granulométrico, peso específico, succión, compresión y flexión).

- **Contenido de Humedad del Suelo**

Esta propiedad física del suelo es de gran utilidad en la construcción civil, pues el comportamiento y la resistencia de los suelos, está regidos por la cantidad de agua que contienen. El contenido de humedad se determina como la relación que existe entre el peso del agua (W_w) contenida en la muestra y el peso de su fase sólida (W_s). Se expresa en porcentaje. (NTP-339.127, 1998).

Ecuación 1: Contenido de Humedad

$$\%W = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

Para este ensayo se utilizó la NTP 339.127, 1998, (ensayo para la determinar el contenido de humedad del suelo).

Material

Muestra alterada extraída del estrato de estudio en el Centro Poblado de Cochabuc, distrito de Santiago de Chuco, Provincia de Santiago de Chuco, La Libertad.

Equipo

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Estufa con control de temperaturas.
- Recipiente o Tara.

Procedimiento

- Identificación del recipiente (A)
- Pesar el recipiente o tara (B).
- Pesar la muestra húmeda en el recipiente o tara (C).
- Secar la muestra en la estufa durante 24 horas a 105°C.
- Pesar la muestra seca en el recipiente o tara (D).
- Determinar el peso del agua (E) = C - B.
- Determinar el peso del suelo seco (F) = D - B
- Determinar el contenido de humedad (G) = (E / F) * 100
- Determinar el promedio del contenido de humedad (H).

- **Límites de Consistencia del suelo**

En este ensayo se determina la clasificación del suelo utilizando la NTP 339.129,1999, (ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico y el índice de plasticidad). (NTP-339.129, 1999).

- **Límite líquido:** Es contenido de agua que se necesita para que la ranura o grieta de un suelo ubicado en el equipo de Casagrande, se cierre después de haberlo dejado caer 25 veces desde una altura de 10 mm.

Material:

- Suelo seco que pasa la malla N^o 40

Equipo:

- Malla N^o 40
- Copa de Casagrande
- Ranurador o acanalador
- Balanza con aproximación de 0.01 gr
- Estufa con control de temperatura
- Espátula
- Probeta de 100 ml
- Cápsula de porcelana
- Taras identificadas

Procedimiento:

- En una cápsula de porcelana mezclar el suelo con agua mediante una espátula hasta obtener una pasta uniforme.
 - Colocar una porción de la pasta en la copa de Casagrande, nivelar mediante la espátula hasta obtener un espesor de 1 cm.
 - En el centro hacer una ranura con el acanalador de tal manera que la muestra queda dividida en dos partes.
 - Elevar y caer la copa mediante la manivela a razón de 2 caídas por segundo hasta que las dos mitades de suelo se pongan en contacto en la parte inferior de la ranura y a lo largo de 1.27 cm, registrar el número de golpes.
 - Mediante la cápsula retirar la porción de suelo que se ha puesto en contacto en la parte inferior de la ranura y colocarlo en una tara para determinar su contenido de humedad.
 - Retirar el suelo de la copa de Casagrande y colocar en la capsula de porcelana, agregar agua si el número de golpes del ensayo anterior ha sido alto, o agregar suelo si el número de golpes ha sido bajo. (el número de golpes debe estar comprendido entre 6 y 35)
 - Lavar y secar el acanalador
 - Repetir el ensayo minino 2 veces
- **Limite Plástico:** Es el contenido de humedad más baja con la que pueden formarse con un suelo cilindros de 3 mm de diámetro.

Material:

- Una porción de la mezcla preparada para el límite liquido

Equipo:

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Estufa
- Espátula
- Cápsula de porcelana
- Placa de vidrio
- Taras identificadas

Procedimiento

- A la porción de la mezcla preparada para el límite líquido agregar suelo seco de tal manera que la pasta baje su contenido de humedad.
- Enrollar la muestra con la mano sobre una placa de vidrio hasta obtener cilindros de 3 mm de diámetro y que presenten agrietamientos, determinar su contenido de humedad.
- Repetir el ensayo una vez más
- El límite plástico es el promedio de los 2 valores de contenidos de humedad.

- **Análisis granulométrico del Suelo**

Este ensayo sirve para determinar los tamaños de partículas de la muestra del suelo, empleando tamices de diversas aberturas, ordenados de mayor a menor, utilizando la NTP 339.128, 1999. (NTP-400.012, 2001)

Material

- Muestra seca aproximadamente 1000 gr.

Equipos

- Juego de mallas
- Balanza con aproximación de 0.1 gr
- Recipientes o Taras

Procedimiento

- Secar la muestra al aire.
- Pesar la muestra seca.
- Pasar la muestra seca por el juego de tamices, agitando en forma manual o mediante equipo vibrador.
- Determinar los porcentajes de los pesos retenidos en cada tamiz (%R.P.) mediante la siguiente expresión.

Ecuación 2: Porcentaje Retenido en el Tamiz

$$\%R.P. = \frac{P.R.P}{Wms} \times 100$$

- Determinar los porcentajes retenidos acumulados en cada tamiz P.R.A, para lo cual se sumarán en forma progresiva los P.R.P., es decir.

Ecuación 3: Porcentaje retenido acumulado

$$\%R.A.1 = \%R.A.1$$

$$\%R.A.2 = \%R.A.1 + \%R.A.2$$

$$\%R.A.3 = \%R.A.1 + \%R.A.2 + \%R.A.3, Etc$$

- Determinar los porcentajes acumulados que pasan en cada tamiz

Ecuación 4: Porcentaje que pasa cada tamiz

$$\% \text{ que pasa} = 100\% - \% R.A$$

- Dibujar la curva granulométrica en papel semilogarítmico, en el eje de abscisas se registrará la abertura de las mallas en milímetros en escala logarítmica, y en el eje de ordenadas se registrará los porcentajes acumulados que pasan en las mallas que se utilizan en escala natural.
- Determinar el coeficiente de uniformidad y de curvatura.

Ecuación 5: Coeficiente de uniformidad

$$Cu = \frac{D60}{D10}$$

Ecuación 6: Coeficiente de curvatura

$$Cu = \frac{(D30)^2}{D60 \times D10}$$

- **Peso específico del suelo**

Peso específico de material fino (NTP-339.131, 1999)

Material

- Muestra seca menor que la malla N° 4
- Agua

Equipo

- Balanza con aproximación de 0.01 gr
- Fiola de 500 ml
- Bomba de vacíos

Procedimiento

- Identificación de la muestra (A)
- Pesar la muestra seca (aproximadamente 80 a 100 gr) (B).
- Llenar la fiola con agua hasta la marca de 500 ml y pesar (C).
- Colocar la muestra seca ya pesada en la fiola vacía y, verter agua hasta cubrir la muestra, agitar, luego conectar a la bomba de vacíos durante 15 minutos de tal manera que las burbujas de aire sean extraídas (D).
- Retirar la fiola de la bomba de vacíos, inmediatamente agregar agua hasta la marca de 500 ml y pesar (E).
- Determinar el peso específico (F)

Ecuación 7: Peso Especifico

$$\gamma = \frac{Ws(B)}{Ws(D) + Wfw(C) - Wfs(E)}$$

- **Porcentaje de Succión del Adobe**

Este ensayo se realizó en base a la Norma Técnica Peruana 399.604, 399.613, dado que la Norma E080 no especifica procedimientos para estos ensayos, por lo que se utilizaron las normas antes mencionadas en la cual nos indica los métodos de prueba del ensayo, donde nos indica que la succión y succion de cada espécimen se mide en la relación que

existe entre el peso del agua absorbida por la unidad después de haberla sumergido durante 24 horas en una poza de agua. (Norma: NTP 399.604, NTP 399.613)

Material

Se utilizó 16 unidades de adobe, de los cuales los especímenes ensayados serán: 4 para adobe con 0% de paja, 4 para 1% de paja, 4 para 3% de paja, y 4 para 5% de paja.

Equipo

- Horno de secado
- Bandeja para agua, de superficie plana.
- Soportes de ladrillo (02 barras de acero de 20 cm)
- Balanza electrónica
- Cronómetro

Procedimiento

- El procedimiento consistirá en sumergir el espécimen de adobe de lado durante 24 ± 4 horas para esencialmente llenar los poros.
- Se selecciona la muestra para ensayar en el Laboratorio
- Se pesa la muestra seca y se tomó nota de los valores. Luego se tomó medida del largo y ancho de las unidades.
- Se corta los soportes para los adobes a una longitud.
- Se coloca una placa de vidrio dentro de la bandeja, para poder nivelar con el nivel de burbuja y así fijar los soportes de ladrillos en una superficie lisa y nivelada.

- Agregamos agua en la bandeja hasta que el nivel de la misma sea de 3.18 mm sobre los soportes.
- Colocamos el adobe a ensayar sobre los soportes y al momento de contacto de la muestra con el agua se inició el cronometro, dejando durante un periodo de 1 minuto \pm 1 seg.
- Pasado el tiempo se retiró la muestra y se secó con un paño, para inmediatamente pesarla y tomar nota de los valores.

- **Ensayo a compresión**

Este ensayo se lo realizó según norma E-080 la resistencia a compresión de la unidad se determina ensayando cubos labrados cuya arista será igual a la menor dimensión de la los ensayos se harán unidades secas y se realizará en la máquina para ensayo de compresión. (NTP 399.604, Norma E-80)

Material

Se utilizará 16 unidades de adobe, de los cuales los especímenes ensayados serán: 4 para adobe con 0% de paja, 4 para 1% de paja, 4 para 3% de paja, y 4 para 5% de paja.

Equipo

- Máquina de ensayo a la compresión.

Procedimiento

- Se procederá a realizar la alinear dentro de la máquina de compresión, las muestras de adobe.

- Una vez realizada la alineación se proseguirá a aplicar la carga de tal manera que la velocidad de carga que se ejerce sobre el espécimen se encuentre entre el rango de 900 a 1800 N/s.
- Cuando se presente la falla, se tomará lectura de la máxima carga que se ejerció en la muestra de mortero.
- Para la obtención de datos se verificará el área de la sección transversal del espécimen, si en caso sobrepasaba en 1.5 % de la nominal, se usará el área real para el cálculo de la resistencia a la compresión.
- Se verificará que las variaciones entre el rango máximo admisible entre especímenes de la misma amasada de mortero a la misma edad de ensayo es de 8.7% del promedio cuando tres adobes representan una edad de ensayo.

La resistencia a la compresión se determinará mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 8: Resistencia a la compresión

$$F'c = \frac{F}{A}$$

F'c: Resistencia a la compresión. (kg/cm²)

F: Carga axial aplicada. (kg)

A: Área del espécimen. (cm²)

- **Ensayo a flexión**

Este ensayo se realizó en la máquina para a compresión ensayados con la prensa hidráulica. La resistencia característica a la flexión ($f'r$), se obtendrá restando una desviación estándar (S) al valor promedio de la muestra (f_r). (NTP 331.040, Norma E-80).

Material

Se utilizó 16 unidades de adobe, de los cuales los especímenes ensayados serán: 4 para adobe con 0% de paja, 4 para 1% de paja, 4 para 3% de paja, y 4 para 5% de paja

Equipo

- Máquina de ensayo a la Flexión

Procedimiento

- Se procederá a realizar la alinear dentro de la máquina de compresión, las muestras de adobe
- Una vez realizada la alineación se proseguirá a aplicar la carga de tal manera que la velocidad de carga que se ejerce sobre el espécimen se encuentre entre el rango de 900 a 1800 N/s.
- Se calcula mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 9: Resistencia a la Flexión

$$M_r = \sigma = \frac{3Pa}{2bh^2}$$

En donde:

Mr: Es el módulo de rotura, en kg/cm² .

P: Es la carga máxima de rotura, en kilogramos.

L: Es la luz libre entre apoyos, en centímetros.

b: Es el ancho promedio de la probeta en la sección de falla, (cm)

h: Es la altura promedio de la probeta en la sección de falla, (cm)

a : Es la distancia entre la línea de falla y el apoyo más cercano, medida a lo largo de la línea central de la superficie inferior de la viga.

Se procesaron los datos obtenidos de los distintos ensayos de contenido de succión, ensayo de compresión y ensayo a flexión con su respectivo análisis, y veracidad en los resultados.

2.6. Aspectos Éticos

La información que se presenta en la investigación es verdadera, ya que se recolecto referencias bibliográficas de tesis, libros, papers, artículos científicos y se encuentran debidamente citada.

El proyecto de investigación tiene como finalidad contribuir con la ciudadanía urbana y rural del distrito y Provincia de Santiago de Chuco, con el propósito de buscar nuevas alternativas de mejorar la resistencia del adobe reforzado con incorporación de paja de trigo, para mejorar sus propiedades de la unidad del adobe.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Ensayo de la tierra

Para el desarrollo de la presente tesis, se realizó diversos ensayos como el contenido de humedad, límites de consistencia, análisis granulométrico y peso específico, para verificar qué tipo de material se está usando para la fabricación de las unidades de adobe, en donde se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 5: Resultados de los ensayos de suelos

ENSAYO	VALOR OBTENIDO
Contenido de humedad	68.89%
Análisis granulométrico	
<ul style="list-style-type: none"> Pasa la malla N° 200 	0.00%
<ul style="list-style-type: none"> Pasa la malla N° 4 y retenido en malla N° 200 	91.95%
	8.05%
<ul style="list-style-type: none"> Cu Cc 	-
Límite líquido	68.10%
Límite plástico	19.68%
Índice de plasticidad	48.42%
Peso específico	1.758 gr/cm ³
Clasificación SUCS	CH-OH

Elaboración de Adobes

En este capítulo se describirá la evaluación de diferentes porcentajes de la paja de trigo, sus características de la paja de trigo, contenido de humedad de la tierra para la fabricación de adobes reforzados con paja de trigo, para posteriormente de la fabricación hacer el control

de secado durante los tres primeros días, manteniéndolos bajo sombra a las unidades de los adobes y finalmente dejarlos secar con calor natural por un periodo de 28 días para que las unidades de adobe alcancen su máxima resistencia, para posteriormente realizar los ensayos en el laboratorio.

3.1. Ensayo de resistencia a la compresión

Tabla 6: Resultados del Ensayo de Compresión de Adobe patrón 0%.

I.M	Carga de rotura (kg)	Área bruta (cm ²)	R'c (kg/cm)
Adobe 1	579.20	6840	0.085
Adobe 2	567.40	8890	0.064
Adobe 3	569.40	7410	0.077
Adobe 4	571.40	7230	0.079

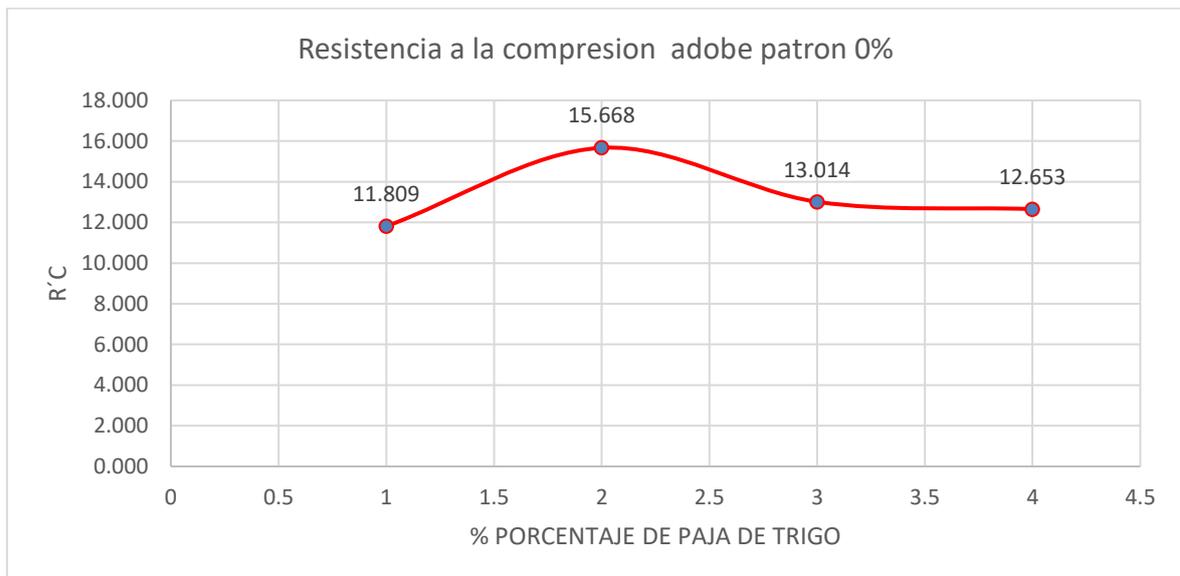


Figura 7: Resultados del Ensayo de Compresión de Adobe patrón 0%.

Tabla 7: Resultados del Ensayo de Compresión de Adobe con incorporación del 1 % de Paja de Trigo

I.M	Carga de rotura (kg)	Área bruta (cm ²)	R'c (kg/cm)
Adobe 1	8490.00	565.50	15.013
Adobe 2	10480.00	575.30	18.217
Adobe 3	9900.00	573.20	17.271
Adobe 4	11150.00	575.30	19.381

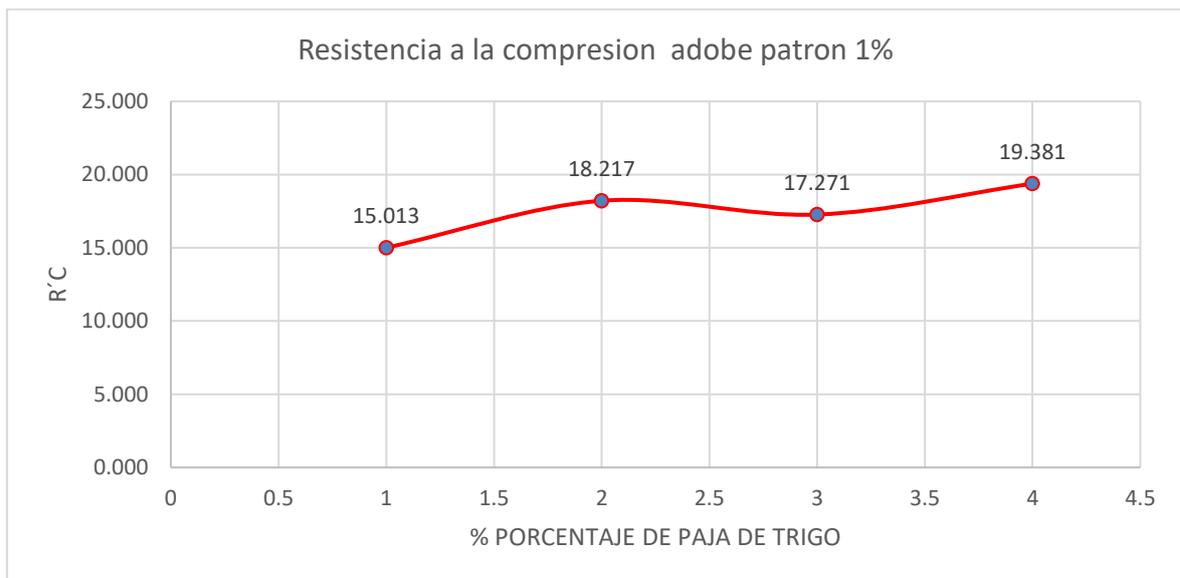


Figura 8: Resultados del Ensayo de Compresión de Adobe con incorporación del 1 % de Paja de Trigo

Tabla 8: Resultados del Ensayo de Compresión de Adobe con incorporación del 3% de Paja de Trigo

I.M	Carga de rotura (kg)	Área bruta (cm ²)	R'c (kg/cm)
Adobe 1	9830.00	573.20	17.149
Adobe 2	10550.00	572.30	18.434
Adobe 3	11980.00	565.50	21.185
Adobe 4	14640.00	581.20	25.189

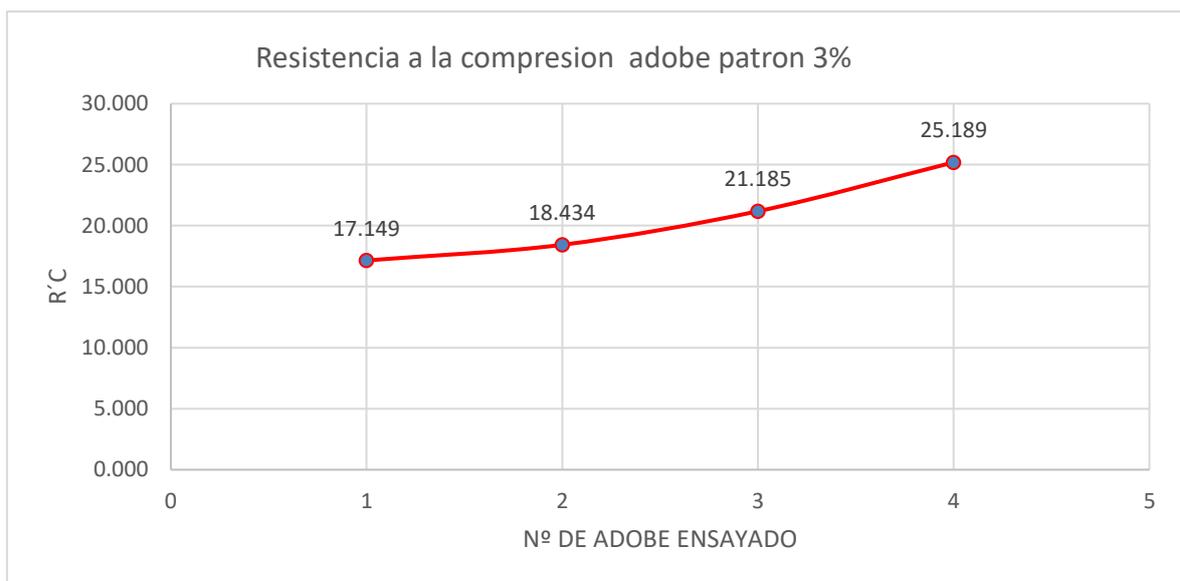


Figura 9: Resultados del Ensayo de Compresión de Adobe con incorporación del 3% de Paja de Trigo

Tabla 9: Resultados del Ensayo de Compresión de Adobe con incorporación del 5 % de Paja de Trigo

I.M	Carga de rotura (kg)	Área bruta (cm ²)	R´C (Kg/cm)
Adobe 1	11560.00	575.30	20.094
Adobe 2	12050.00	573.20	21.022
Adobe 3	9430.00	571.40	16.503
Adobe 4	11000.00	571.40	19.251

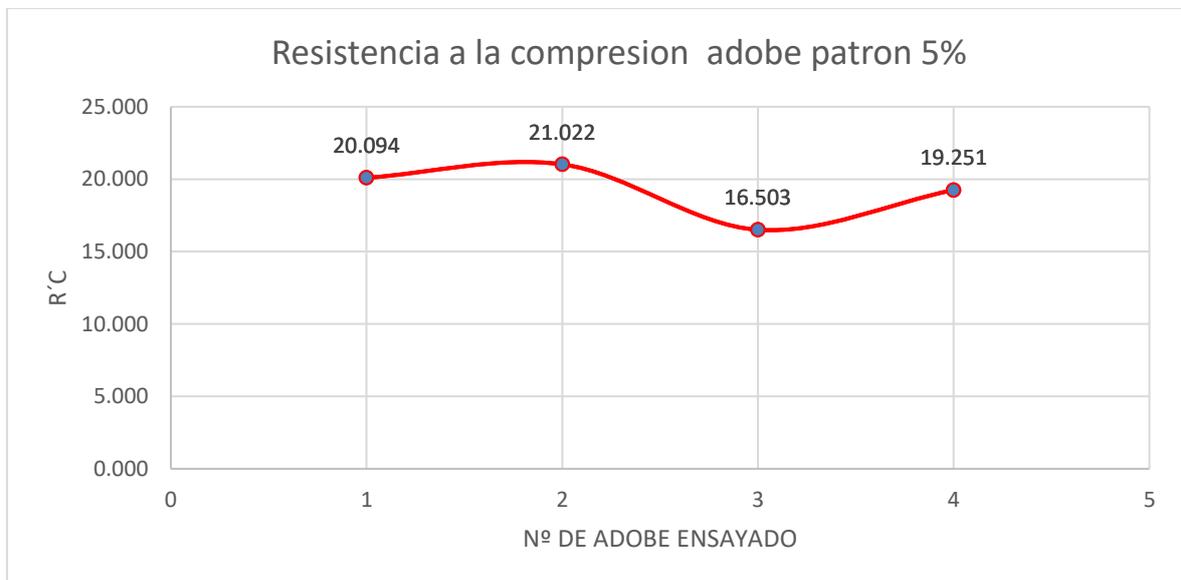


Figura 10: Resultados del Ensayo de Compresión de Adobe con incorporación del 5 % de Paja de Trigo

Tabla 10: resumen de la resistencia de compresión de acuerdo al porcentaje de paja de trigo

I.M	Resistencia a la compresión			
	0%	1%	3%	5%
Adobe 1	11.81	15.01	17.149	20.094
Adobe 2	15.67	18.22	18.434	21.022
Adobe 3	13.01	17.27	21.185	16.503
Adobe 4	12.65	19.38	25.189	19.251
Promedio	13.29	17.47	20.49	19.22
σ	1.67	1.85	3.56	1.95

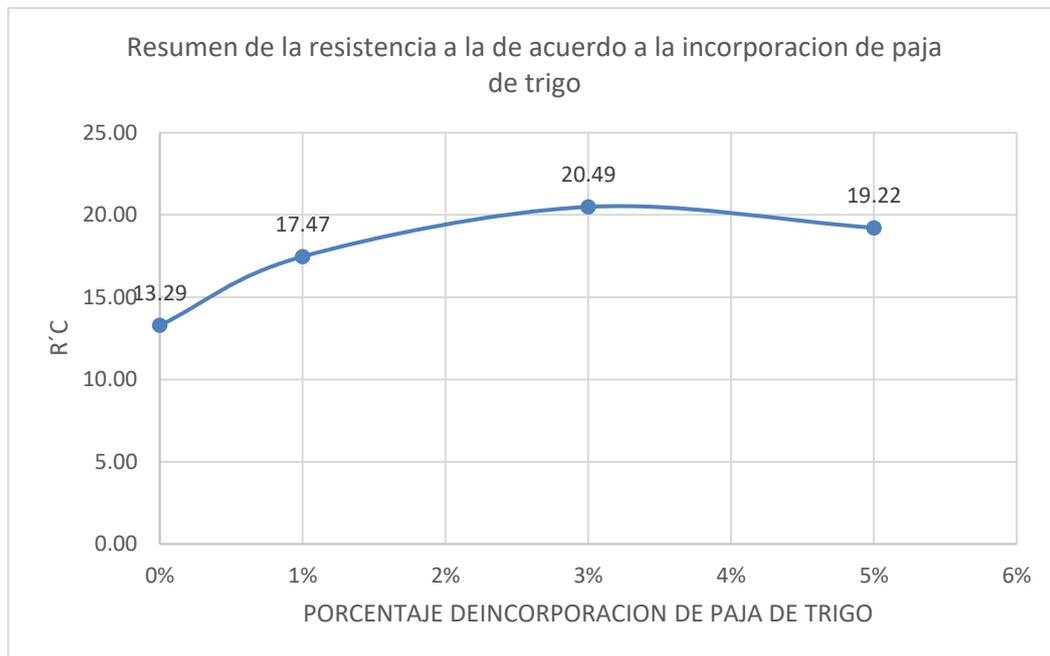


Figura 11: Gráfico resumen de la resistencia de compresión de acuerdo al porcentaje de paja de trigo

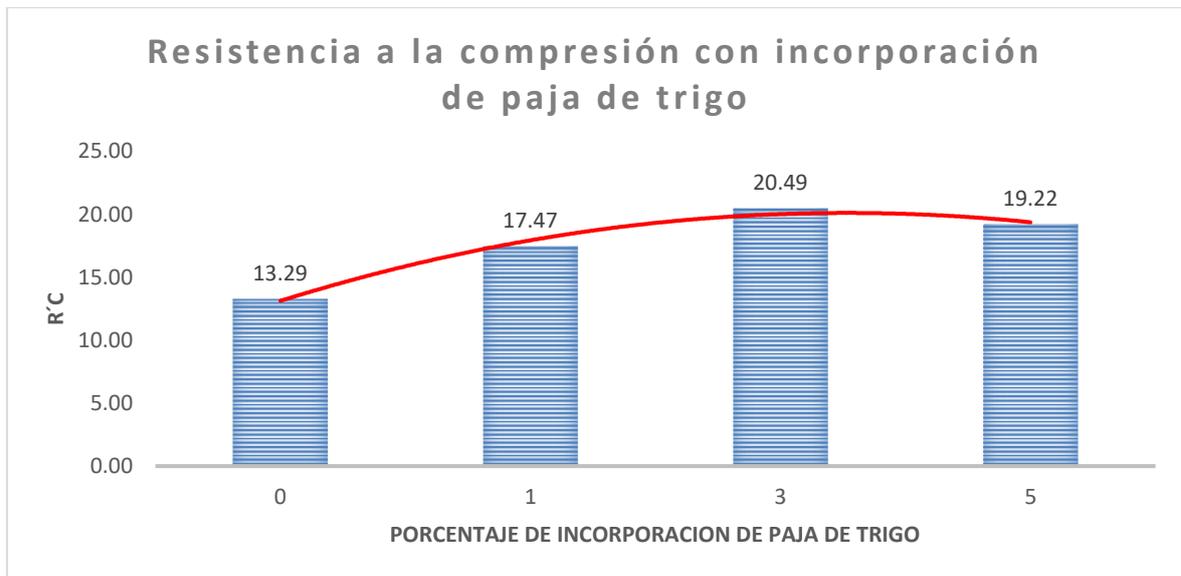


Figura 12: Gráfico resumen de la resistencia de compresión de acuerdo al porcentaje de paja de trigo

3.2. Ensayo de resistencia a la Flexión

Tabla 11: Resistencia del ensayo a flexión del Adobe con Incorporación del Adobe Patrón 0% de Paja de Trigo

I.M	Dimensiones			Distancia entre apoyos "I" (cm)	Carga máxima de flexión "I"(Kg)	Módulo de Ruptura (Kg/cm ²)
	Largo (cm)	Ancho (b) (cm)	Altura (d) (cm)			
Adobe 1	29.50	19.40	9.60	24.50	110.00	2.30
Adobe 2	29.30	19.50	9.40	24.30	140.00	3.00
Adobe 3	29.70	19.40	9.60	24.70	120.00	2.50
Adobe 4	29.70	19.30	9.50	24.70	140.00	3.00

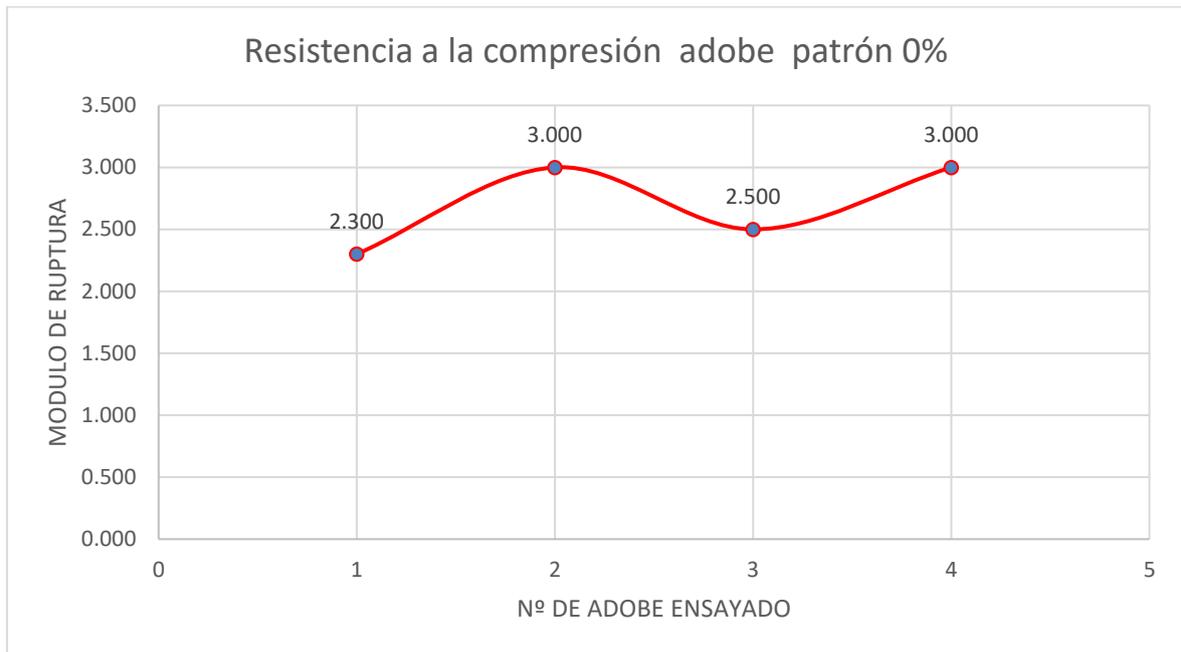


Figura 13: Resistencia del ensayo a flexión del Adobe con Incorporación del Adobe Patrón 0% de Paja de Trigo

Tabla 12: Resultados del Ensayo de flexión del Adobe con Incorporación del 1 % de Paja de Trigo

I.M	Dimensiones			Distancia entre apoyos "I" (cm)	Carga máxima de flexión "I"(Kg)	Módulo de Ruptura (Kg/cm ²)
	Largo (cm)	Ancho (b) (cm)	Altura (d) (cm)			
Adobe 1	29.50	19.30	9.50	24.50	260.00	5.50
Adobe 2	29.70	19.30	9.50	24.70	190.00	4.00
Adobe 3	29.70	19.00	9.50	24.70	190.00	4.10
Adobe 4	29.50	19.40	9.50	24.50	170.00	3.60

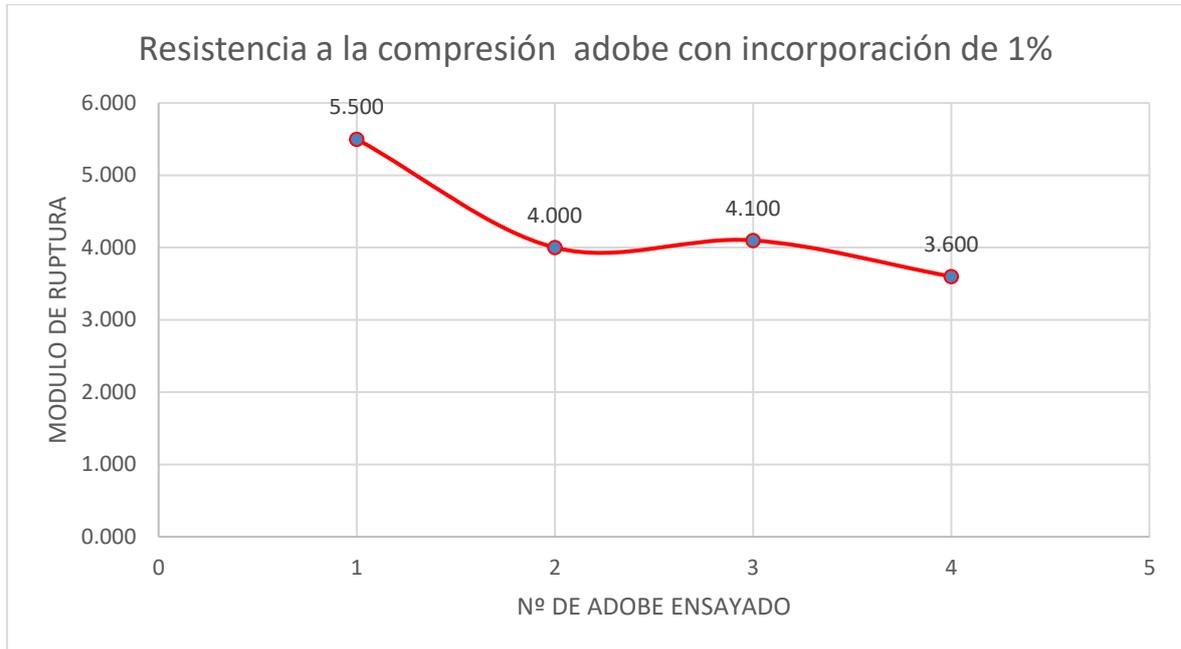


Figura 14: Resultados del Ensayo de flexión del Adobe con Incorporación del 1 % de Paja de Trigo

Tabla 13: Resultados del Ensayo de flexión del Adobe con Incorporación del 3 % de Paja de Trigo

I.M	Dimensiones			Distancia entre apoyos "I" (cm)	Carga máxima de flexión "I"(Kg)	Módulo de Ruptura (Kg/cm ²)
	Largo (cm)	Ancho (b) (cm)	Altura (d) (cm)			
Adobe 1	29.70	19.70	9.50	24.70	270.00	5.60
Adobe 2	29.70	19.70	9.30	24.70	270.00	5.90
Adobe 3	29.50	19.40	9.50	24.50	320.00	6.70
Adobe 4	29.40	19.30	9.50	24.40	240.00	5.00

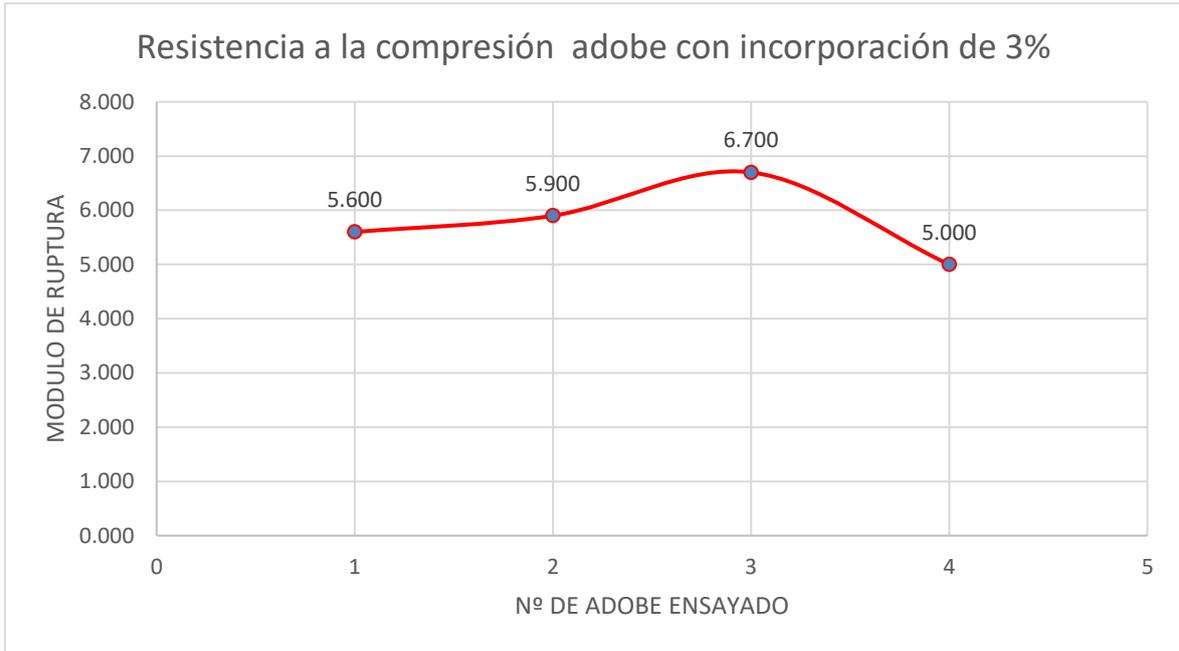


Figura 15: Resultados del Ensayo de flexión del Adobe con Incorporación del 3 % de Paja de Trigo

Tabla 14: Resultados del Ensayo de flexión del Adobe con Incorporación del 5 % de Paja de Trigo

I.M	Dimensiones			Distancia entre apoyos "I" (cm)	Carga máxima de flexión "I" (Kg)	Módulo de Ruptura (Kg/cm ²)
	Largo (cm)	Ancho (b) (cm)	Altura (d) (cm)			
Adobe 1	29.70	19.50	9.50	24.70	240.00	5.10
Adobe 2	29.50	19.70	9.50	24.50	210.00	4.30
Adobe 3	29.70	19.30	9.50	24.70	230.00	4.90
Adobe 4	29.60	19.40	9.60	24.60	320.00	6.60

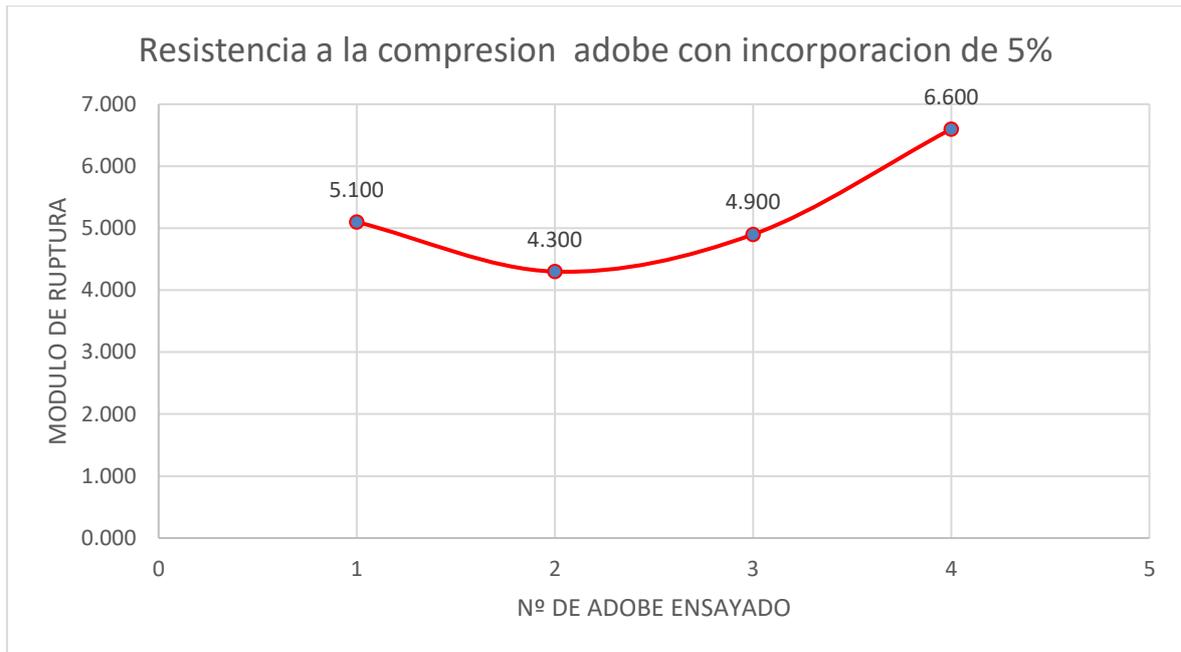


Figura 16: Resultados del Ensayo de flexión del Adobe con Incorporación del 5 % de Paja de Trigo

Tabla 15: Cuadro resumen del ensayo de resistencia de flexión de acuerdo al porcentaje de paja de trigo

I.M	Resistencia a la flexión			
	0%	1%	3%	5%
Adobe 1	2.30	5.50	5.60	5.10
Adobe 2	3.00	4.00	5.90	4.30
Adobe 3	2.50	4.10	6.70	4.90
Adobe 4	3.00	3.60	5.00	6.60
Promedio	2.70	4.30	5.80	5.23
σ	0.36	0.83	0.71	0.98

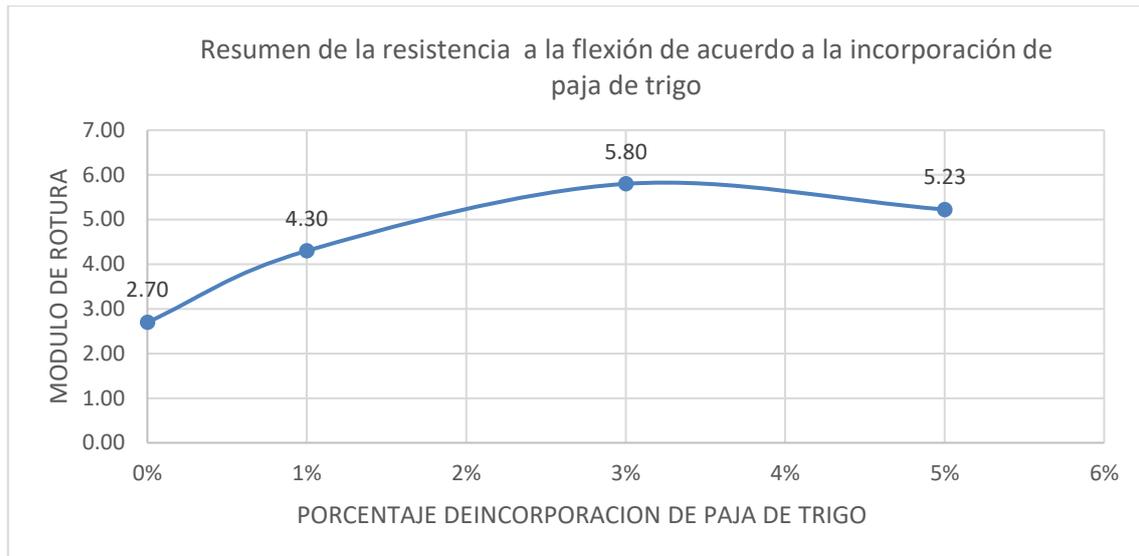


Figura 17: Gráfico resumen del ensayo de resistencia de flexión de acuerdo al porcentaje de paja de trigo

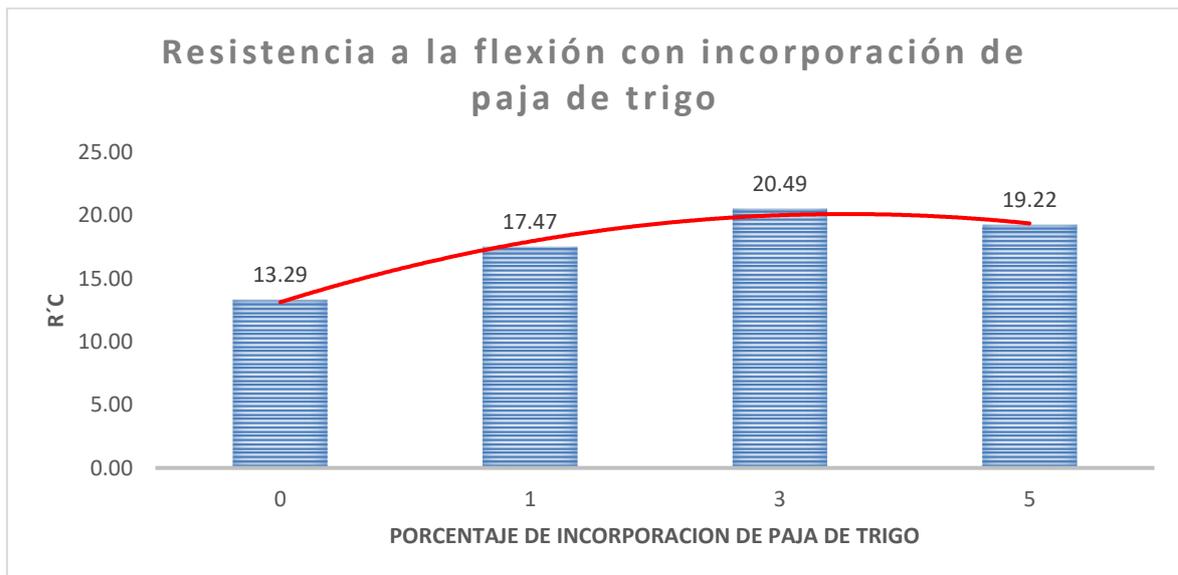


Figura 18: Gráfico resumen del ensayo de resistencia de flexión de acuerdo al porcentaje de paja de trigo

3.3. Ensayo de succión

Tabla 16: Resultados del Ensayo de succión de Adobe patrón 0%.

I.M	Succión
Adobe 1	19.60
Adobe 2	24.00

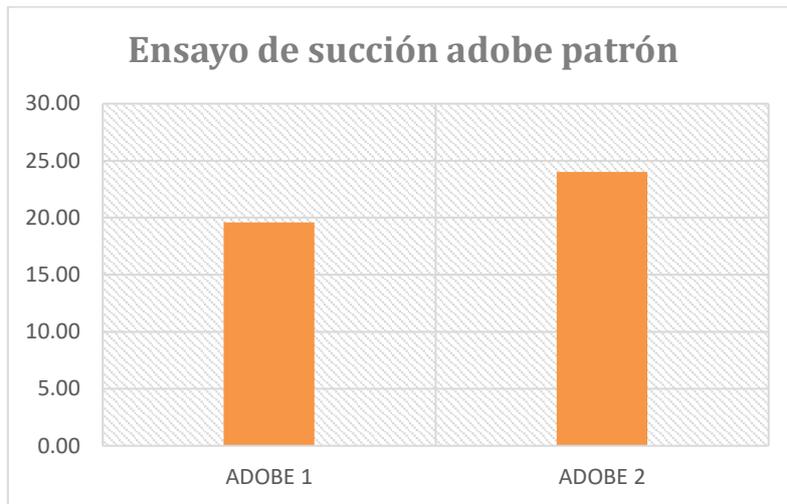


Figura 19: Resultados del Ensayo de succión de Adobe patrón 0%.

Tabla 17: Resultados del Ensayo de succión de Adobe patrón 1%.

I.M	Succión
Adobe 1	104.60
Adobe 2	76.90

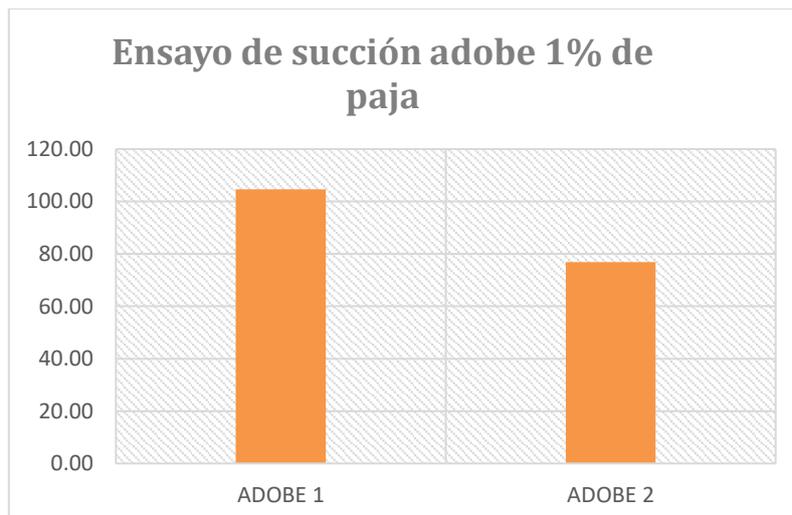


Figura 20: Resultados del Ensayo de succión de Adobe patrón 1%.

Tabla 18: Resultados del Ensayo de succión de Adobe con incorporación de paja 3%.

I.M	Succión
Adobe 1	101.70
Adobe 2	95.10

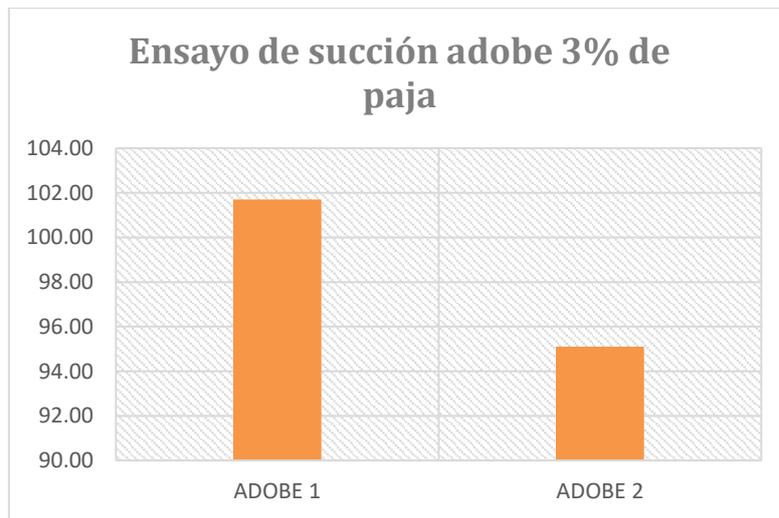


Figura 21: Resultados del Ensayo de Succión de Adobe con incorporación de paja 3%.

Tabla 19: Resultados del Ensayo de Succión de Adobe patrón 5%.

I.M	Succión
Adobe 1	112.00
Adobe 2	109.40

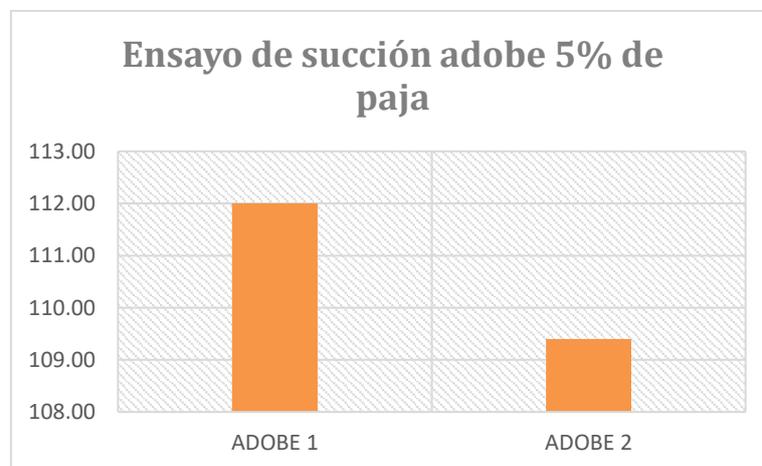


Figura 22: Resultados del Ensayo de Succión de Adobe patrón 5%.

Tabla 20: Resumen de los % de Succión por cada porcentaje de paja de trigo incorporado al adobe.

I.M	Resistencia a la succión			
	0%	1%	3%	5%
Adobe 1	19.60	104.60	101.70	112.00
Adobe 2	24.00	76.90	95.10	109.40
Promedio	21.80	90.75	98.40	110.70
σ	12.78	54.19	56.89	63.90

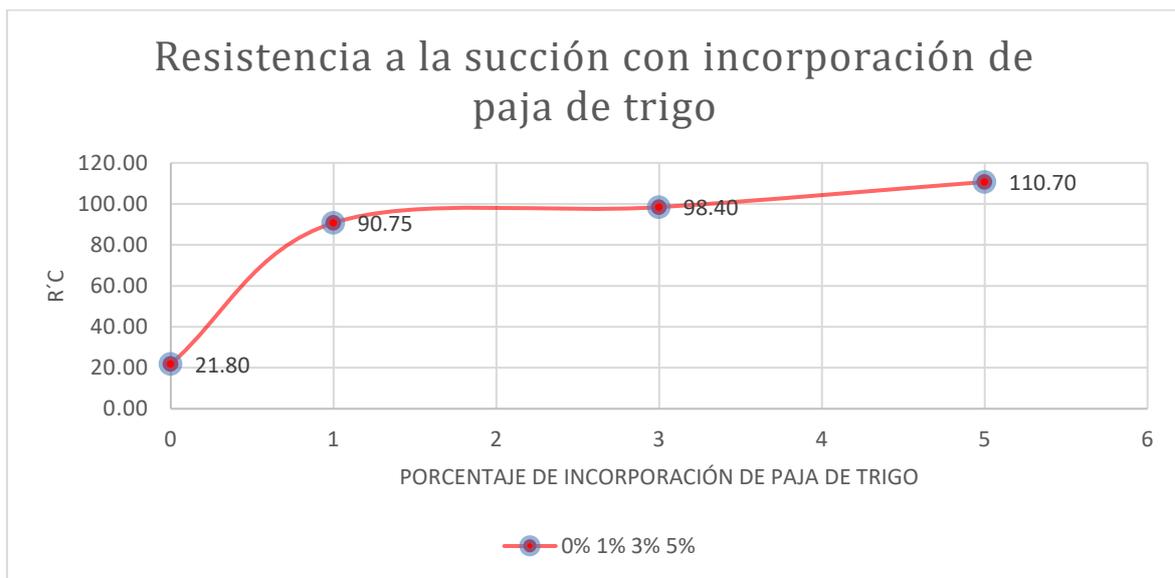


Figura 23: Resumen de los % de Succión por cada porcentaje de paja de trigo incorporado al adobe

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

4.1.1. Limitaciones

En el proyecto de investigación tenemos una facilidad geográfica para observar las viviendas de la ciudad, las cuales se encuentran un poco inaccesibles geográficamente. Respecto a los recursos económicos el proyecto está siendo autofinanciada por la tesista. En la parte teórica el tema de investigación es algo no muy común ni conocido que muy pocas constructoras lo utilizan, sin embargo, la población de la localidad suele utilizarlo, de forma empírica, ya que no tienen el criterio técnico para realizarlo de acuerdo a la normativa vigente. Respecto a las limitaciones encontradas con la obtención de la materia prima como es la paja de trigo y la tierra, se realizó un estudio de suelos para poder ver la tierra cumplía con los parámetros establecidos por la Norma E-080.

4.1.2. Interpretación comparativa

La presente tesis ha realizado el análisis de datos de los resultados obtenidos al ensayar el adobe con incorporación de paja de trigo en porcentajes de 1%, 3% y 5% y un adobe patrón con 0% en donde pudimos analizar lo siguiente.

De acuerdo a la Figura 14, en donde muestra el gráfico resumen de los resultados de la resistencia a la compresión por cada porcentaje de paja de trigo incorporado al adobe, y analizando una de las variables de la presente tesis, sobre la resistencia a la compresión y cuál es la influencia que tiene la adición de paja de trigo en el adobe, se puede decir que mientras más porcentaje de paja contiene el adobe se logra mayor resistencia a la compresión teniendo un comportamiento ascendente con la adición de paja de trigo de 1%, 3%, así mismo se puede analizar que al adicionar 5% de paja de trigo, la resistencia a la compresión comienza a descender, tenido mejor resultado las muestras de adobe con la adición de 3 % de paja de trigo.

De acuerdo a la Figura 20, en donde muestra el gráfico resumen de los resultados de la resistencia a la flexión por cada porcentaje de paja de trigo incorporado al adobe y conforme a otra de las variables de la presente tesis, sobre la resistencia a la flexión y cuál es la influencia que tiene la adición de paja de trigo en el adobe, vale decir que mientras más porcentaje de paja contiene el adobe se obtiene mejor resistencia a la flexión teniendo un comportamiento ascendente con la adición de paja de trigo de 1%, 3%, igualmente se puede analizar que al adicionar 5% de paja de trigo, la resistencia a la flexión comienza a descender, teniendo mejor resultado las muestras de adobe con la adición de 3 % de paja de trigo.

De acuerdo a la Figura 25, en donde muestra el gráfico resumen de los porcentajes de succión por cada porcentaje de paja de trigo incorporado al adobe, y teniendo otra de las variables, de la resistencia a succión y cuál es la influencia que tiene la adición de paja de trigo en el adobe, vale decir que mientras más porcentaje de paja contiene el adobe se obtiene mayor porcentaje de succión teniendo un comportamiento ascendente con la adición de paja de trigo de 1%, 3%, 5%.

Según el objetivo general, determinar la influencia del porcentaje de paja de trigo en el adobe sobre la succión, compresión y flexión en viviendas de Santiago de Chuco, La Libertad, se logró obtener valores en los ensayos de las unidades de adobe con incorporación de porcentajes de paja de trigo para evaluar su resistencia a la succión, compresión y flexión, en donde se pudieron superar hasta en más del 70.75% los esfuerzos mínimos que establece la Norma E-080 de Tierra Reforzada del Ministerio de Vivienda y Saneamiento (2017). Dicha Norma determina que las unidades de adobe para ser usadas en la construcción de una vivienda tiene que cumplir con un esfuerzo mínimo a la compresión de 12 Kg/cm² y un esfuerzo mínimo a la flexión de 0.86 Kg/cm², por lo tanto, los resultados encontrados en la

presente tesis de adobe reforzado con dosificación 1%, 3% y 5% con paja de trigo son mayores a los esfuerzos mínimos que establece la Norma E-080 de Tierra Reforzada, de manera que se puede decir que esta técnica puede ser aplicable por los pobladores del distrito de Santiago de Chuco, por ser una técnica económica y ecológica que se ajusta a la realidad y el contexto del distrito.

Según uno de los objetivos específicos, el de evaluar la resistencia a la compresión del adobe reforzado con paja de trigo para viviendas en el distrito de Santiago de Chuco – La Libertad, 2021, se logró obtener valores en los ensayos de las unidades de adobe evaluados a su resistencia a la compresión, y como lo muestra la Tabla N° 10, en la que nos detalla el resumen de los resultados de resistencia a compresión del adobe patrón y de los adobes con la incorporación de tres porcentajes de paja de trigo (1%, 3%, 5%), la muestra patrón varían entre 11.81 kg/cm² y 15.67 kg/cm², el valor promedio resulta ser 13.29 kg/cm² con desviación estándar de 1.67; los adobes con incorporación del 1 % de paja de trigo sus resistencias varían entre 15.01 kg/cm² y 19.38 kg/cm², el valor promedio resulta ser 17.47 kg/cm² y la desviación estándar es de 1.85; los valores de resistencia a compresión del adobe con incorporación del 3% de paja de trigo están comprendidos entre 17.149 kg/cm² y 25.189 kg/cm², obteniéndose un promedio de 20.49 kg/cm² y desviación estándar de 3.56 ; los adobes con incorporación del 5% de paja de trigo, sus resistencias se muestran entre 16.503 kg/cm² y 238.12 kg/cm², con un promedio de 21.022 kg/cm² y su desviación estándar es de 1.95. Entonces se puede afirmar que los efectos de la incorporación de paja de trigo en tres porcentajes (1 %, 3%, 5 %), lograron obtener más del 50% de su resistencia normal, así mismo superan a los esfuerzos mínimos que establece la Norma E-080 de Tierra Reforzada del Ministerio de Vivienda y Saneamiento (2017).

Según otro de nuestros objetivos específicos, el de evaluar la resistencia a la flexión del adobe reforzado con paja de trigo para viviendas en el distrito de Santiago de Chuco – La Libertad, 2021, se logró obtener valores en los ensayos de las unidades de adobe evaluados a su resistencia a la flexión, tal como lo muestra la Tabla N° 15, la que detalla el resumen de los resultados de resistencia a la flexión del adobe patrón y de los adobes con la incorporación de tres porcentajes de paja de trigo (1 %, 3 %, 5 %), la muestra patrón varían entre 2.30 kg/cm² y 3.00 kg/cm², el valor promedio resulta ser 2.70 kg/cm² y con desviación estándar de 0.36; los adobes con incorporación del 1 % de paja de trigo sus resistencias varían entre 3.60 kg/cm² y 5.50 kg/cm², el valor promedio resulta ser 4.30 kg/cm² y la desviación estándar es de 0.83; los valores de resistencia a compresión del adobe con incorporación del 3 % de paja de trigo están comprendidos entre 5.00 kg/cm² y 6.70 kg/cm², obteniéndose un promedio de 5.80 kg/cm² y desviación estándar de 0.71; los adobes con incorporación del 5 % de paja de trigo, sus resistencias se muestran entre 4.30 kg/cm² y 6.60 kg/cm², con un promedio de 5.23 kg/cm² y su desviación estándar es de 0.0.98 estos valores comparados con el promedio de los adobes tradicionales resulta ser superior al de la norma E 080.

Entonces podemos afirmar que los resultados superan a los esfuerzos mínimos que establece la Norma E-080 de Tierra Reforzada del Ministerio de Vivienda y Saneamiento (2017). Así mismo podemos afirmar que la presente tesis guardan relación con los resultados de los autores Bendezu y García (2019), en su tesis “Evaluación de la Resistencia del adobe reforzado con paja de trigo para viviendas en el distrito de Chalaco – Piura, 2019”, quien señala que al reforzar las unidades de adobe con diferentes dosificaciones (1%,3% 5%) con paja de trigo, la unidad de adobe mejoran sus propiedades físicas y mecánicas con respecto al valor encontrado de su muestra patrón.

Así mismo podemos decir que el adobe reforzado en la presente tesis guardan relación con los resultados del autor Campos (2018), en su tesis “Resistencia a compresión, flexión y succión de bloques de adobe compactado con adición de fibras de caña”, quien señala que en sus ensayos obtuvieron que el adobe compactado, mejora sus propiedades mecánicas, en resistencia a compresión hasta en 91.20%, 72.55% y 24.67% con respecto al valor encontrado de su muestra patrón (sin adición de fibra de caña).

Así mismo, la presente tesis determinó que el reforzamiento del adobe mejora sus propiedades físicas y mecánicas, al igual que lo hacen los autores Chuya y Ayala en su tesis “Comparación de parámetros mecánicos y físicos del adobe tradicional con adobe reforzado con fibra de vidrio” en Cuenca Ecuador.

Según otro de nuestros objetivos específicos el de evaluar la resistencia a la succión del adobe reforzado con paja de trigo para viviendas en el distrito de Santiago de Chuco – La Libertad, se realizaron los ensayos a succión tal como lo muestra La Tabla N° 20, que muestra el resumen de los resultados de succión del adobe patrón y de los adobes con la incorporación de tres porcentajes de paja de Trigo (1%, 3%, 5%), la muestra patrón varían entre 19.60 gr/min/200cm² y 24.00 gr/min/200cm², el valor promedio resulta ser 21.80 gr/min/200cm² con desviación estándar de 12.78 ; los adobes con incorporación del 1 % de paja de Trigo sus resistencias varían entre 76.90 gr/min/200cm² y 104.60 gr/min/200cm², el valor promedio resulta ser 90.75 gr/min/200cm² con desviación estándar de 54.19; los valores de resistencia a succión del adobe con incorporación del 3% de paja de trigo están comprendidos entre 95.10 gr/min/200cm² y 101.70 gr/min/200cm², el valor promedio resulta ser 98.40 gr/min/200cm² con desviación estándar de 56.89; los adobes con

incorporación del 5 % de paja de trigo, sus resistencias se muestran entre 109.40 gr/min/200cm² y 112.00 gr/min/200cm², el valor promedio resulta ser 110.70 gr/min/200cm² con desviación estándar de 63.90.

El autor Gallegos, considera que para succiones mayores de 40 gramos por minutos en un área de 200 cm² es requisito indispensable del proceso constructivo que las unidades se humedezcan previamente a su colocación, para así modificar la succión del asentado, contrastando con la presente tesis podemos afirmar que los resultados son altos, por lo que se recomienda mojar un tiempo las unidades de adobe para evitar que tomen agua del mortero de pega.

Los adobes que contienen más porcentaje de paja de trigo tienen un peso menor hasta en un 25 % menos al adobe patrón, debido a las fibras huecas y a los vacíos creados por la paja de trigo en la fabricación del adobe

4.1.3. Implicancias

La combinación de técnicas de recogida de información cuantitativas y cualitativas, se han presentado como una estrategia significativa para la Influencia de la paja de trigo en el adobe sobre la succión, compresión y flexión en viviendas del distrito de Santiago De Chuco– La Libertad, 2021.

4.2 Conclusiones

Se realizó el análisis comparativo de la investigación sobre las variables de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y resistencia a la succión del adobe , en viviendas del distrito de Santiago Chuco 2021, con los resultados experimentales, teniendo como resultado, la confirmación y demostración de la hipótesis planteada, siendo así que , la

adición de la paja de trigo en el adobe en su incorporación del 1%, 3%, 5%, mejora sus propiedades mecánicas, en resistencia a compresión hasta en 31.45%, 54.18% y 44.62% respectivamente con respecto al valor encontrado para la muestra patrón (sin adición de paja de trigo), así mismo en su resistencia a flexión hasta en un 61.05%, 117.60% y 44.62% con respecto a la muestra patrón mejorando conforme a la adición de la paja de trigo, y su resistencia a la succión hasta en un 416.05%, 451.38%, 507.80% respectivamente, con respecto a la muestra patrón mejorando conforme a la adición de la paja de trigo.

Se concluye que la adición de (1%, 3% y 5%) de paja de trigo si influye en incrementar la resistencia de la unidad del adobe en los tres tipos de dosificación que se trabajó hasta en más del 54%, donde se obtuvo resultados mayores a los esfuerzos mayores al del adobe patrón, así mismo, cumple los parámetros mínimos que determina la Norma E-080. Las tandas dosificadas con 1% y 5% con paja de trigo se logró una mezcla de barro trabajable para la fabricación de las unidades de adobe, mientras que la tanda dosificada con el 3% de paja de trigo se obtuvo la mayor resistencia la compresión siendo ésta 20.49 Kg/cm², y una resistencia a flexión de 5.81Kg/cm².

Se concluye que los resultados obtenidos mediante los ensayos de laboratorio de las unidades de adobes sometidos a esfuerzos a la compresión y flexión son mayores a los esfuerzos mínimos que determina la Norma E-080. Asimismo, de acuerdo a los resultados encontrados mediante los ensayos de laboratorio se puede decir que la adición de paja de trigo como refuerzo interno si mejora sus propiedades físicas y mecánicas de la unidad del adobe, donde incrementa su resistencia a la compresión y flexión de la unidad del adobe.

REFERENCIAS

- Alemany, J. (13 de Setiembre de 2014). Volver a la tierra, el mejor material de construcción. AMAZÚ. Obtenido de Recuperado de: Volver a la tierra, el mejor material de construcción
- Bendezu Barreto, A. M. & Garcia Velasquez, G. (2019). Evaluación de la Resistencia del Adobe reforzado con paja de trigo para viviendas en el Distrito de Chalaco – Piura, 2019. Piura: Universidad cesar Vallejo.
- Blondet, M., Vargas, J. & Tarque, N., (2017). Reconstruction of eartquake-resistant earthen buildings korpic 16. Istanbul Aydin University: Kerpic16 - Cultural lanscape, rebuilding after decay.
- Buena Tierra.- Manual De Construcción En Adobe, - Gernot Minke - Edición 1994 Editorial Fin De Siglo.
- 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. Ecuador: Universidad de Cuenca.
- Elenga, R. G., Mabilia, B., Ahouet, L., Goma- Maniongui, J. & Dirras, G. F. (25 de Octubre de 2011). Characterization of Clayey Soils from Congo and Physical Properties of Their Compressed Earth Blocks Reinforced with Post-Consumer Plastic Wastes. SGeomaterials, 1(3), 88-94. doi:0.4236/gm.2011.13013
- Gallegos, C. (2005). Albañilería Estructural. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Gama Castro, J. E. (2012). Arquitectura de tierra: el adobe como material de construcción en la época prehispánica. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 64(2), 177-178.

- Gonzalo Sánchez, V. (2012). Morteros de barro estabilizados con fibras de paja, esparto y sisal para su uso como revestimientos. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- La Norma Técnica E.080 (2017). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA,.Lima-Perù
- La Norma Técnica E.080 (2017). Diseño y construcción con tierra reforzada, Lima - Perú
- LLUMITASIG CHICAIZA, Sandra Mercedes y SIZA SALAZAR, Ana Lissette. Estudio de la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con paja estiércol, savia de penca de tuna, sangre de toro y análisis de su comportamiento sísmico usando un modelo a escala. Tesis (Ingeniero Civil). Universidad Técnica de Ambato – Ecuador, 2017. Pp. 126.
- Montoro, B. & Ferradas, P. (2005). Reconstrucción y gestión de riesgo: Una propuesta técnica y metodológica. Lima: Soluciones Prácticas - ITDG.
- NTP. 339.078. (22 de Diciembre de 1999). Norma Técnica Peruana. Resistencia a la Flexión o Módulo de rotura. Lima- Perú
- NTP. 399.613. (2003). Métodos de Muestreo y ensayo de unidades de albañilería. Líma-Perú.
- NTP-339.127. (1998). Suelos. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP-339.129. (1999). Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos. Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP-339.131. (1999). SUELOS. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo. Lima, Perú: INDECOPI.

- NTP-400.012. (2001). AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima, Perú: INDECOPI.
- Rodríguez Rodríguez, J. (06 de Abril de 2018). El adobe, el material de construcción de moda, práctico y sostenible. i-KONSTUCCIÓ. Obtenido de <https://ikonstruccion.es/2018/04/06/adobe-material-construccion-sostenible/>
- Tsai, H. (2012). Adobe bricks and labor organization on the north coast of Peru. *Andean past*, 10, 133-169. doi:10.3998/lacs.12338892.0002.004
- Vivienda. (2010). Manual de Construcción: Edificaciones Antisísmicas de adobe. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Vivienda. (2017). Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada. Lima, Perú: El Peruano.
- Zavala Ramirez, J.J., García Rodríguez, F.J., Carrillo Rodríguez, H, Navarrete Damián, J., Hernández Zaragoza, J.B., & López Lara, T. (2015). Uso de residuos agroindustriales para la estabilización de adobes. Barcelona, España: Omnia Science. doi:10.3926/oms.241

ANEXOS



Anexo 1: Muestra para realizar ensayos de suelo



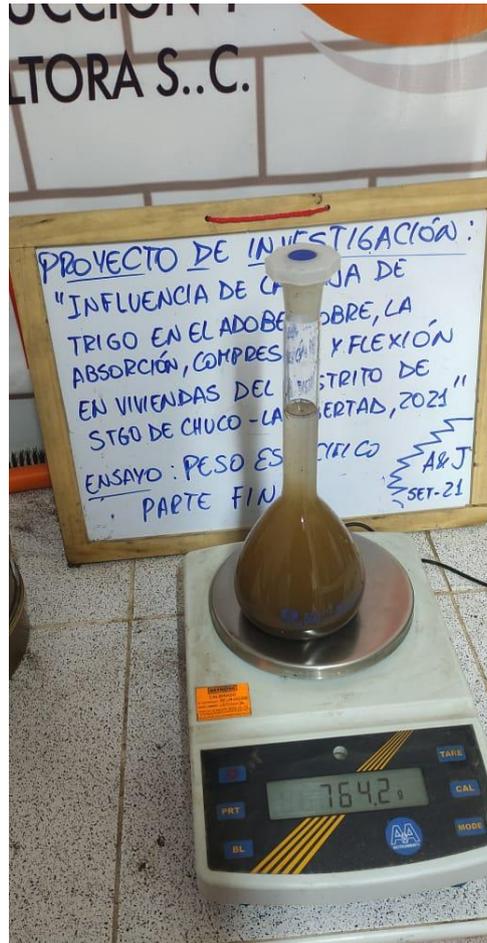
Anexo 2: Material para ser lavado por malla-N°200



Anexo 3: Ensayo de Granulometría, material secado al Horno



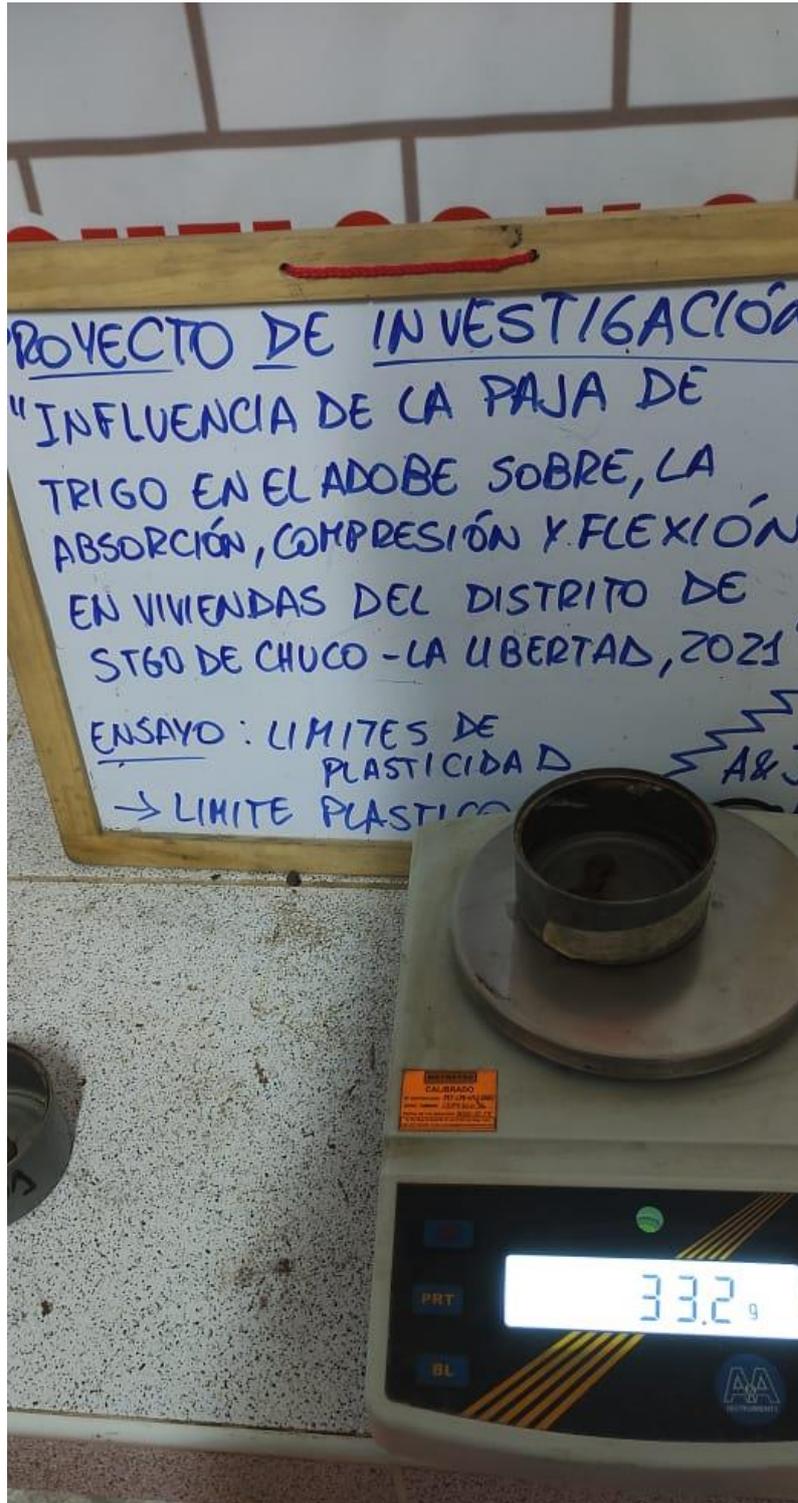
Anexo 4: Ensayo de Granulometría, Tamizado en Seco



Anexo 5: ensayo de Gravedad Especifica



Anexo 6: Ensayo de Limite Plástico



Anexo 7: Ensayo de Limite Plástico



Anexo 8: Limite Líquido, tamizado por Tamiz N°40



Anexo 9: Limite Líquido copa de Casa Grande



Anexo 10: Ensayo de la copa de Casagrande



GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SUELOS ASTM D854	
PROYECTO	INFLUENCIA DE LA PAJA DE TRIGO EN EL ADOBE SOBRE LA ABSORCIÓN, COMPRESIÓN Y FLEXIÓN EN VIVIENDAS DEL DISTRITO DE SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD, 2021.
SOLICITANTE:	BR, JULIANA MARIBEL CARBAJAL TIBURCIO
UBICACIÓN:	DISTRITO DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD.
MATERIAL:	SUELO NATURAL
FECHA:	13-09-2021

1. ENSAYO DE PESO ESPECIFICO EN PORCIÓN FINA DE SUELO		
Peso específico (gr/cm³)	1.72	% PASANTE MALLA N°08
Peso de la fiola + agua + muestra (gr)	764.2	%F= 91.95
Peso de la fiola + agua (gr)	705.9	
Peso de la muestra seca (gr)	100.0	

2. ENSAYO DE PESO ESPECIFICO DE PORCIÓN GRUESA DE SUELO		
Peso específico	2.47	% DE RETENIDO EN MALLA N°08
Peso de la muestra s.s.s. (gr)	160.0	%G= 8.05
Peso de la muestra seca (gr)	153.0	
Peso de la muestra sumergida (gr)	98.0	

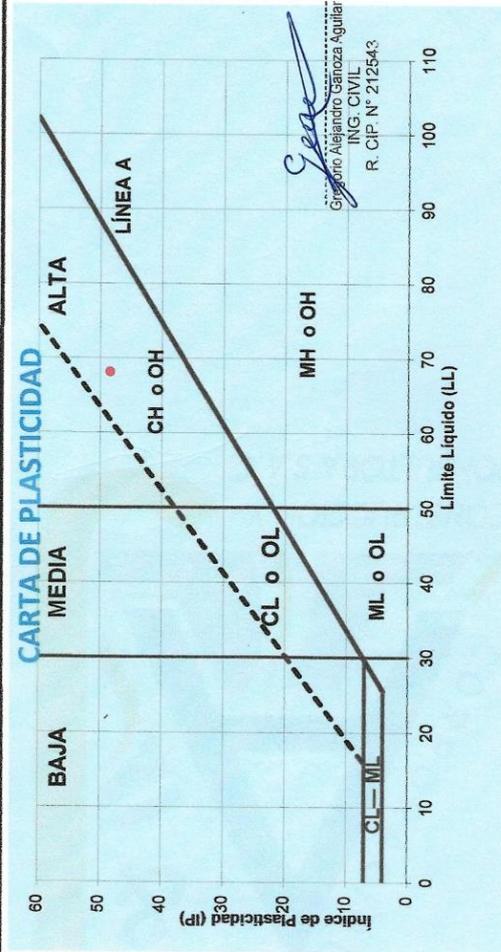
3. CALCULO DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA		
$G = \frac{100}{\frac{\% \text{Pasante del N}^\circ 8}{G_s} + \frac{\text{Retenido en el N}^\circ 8}{G_a}}$	% F=	91.95
	% G=	8.05
	Gs=	1.72
	Ga=	2.47
<p>Donde:</p> <p>G = Peso específico total</p> <p>Gs = Peso específico de los sólidos (pasa tamiz N° 8)</p> <p>Ga = Peso específico aparente (retenido en el tamiz N° 8)</p>		
	G específica=	1.76
	P específico=	1.758 gr/cm³


 Gregorio Alejandro Sanoza Aguilar
 ING. CIVIL
 R. O. P. N° 212543

Anexo 11: Resultados de laboratorio del Suelo (Fuente: Corporación A&J)

CORPORACIÓN A&J LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO	
CARTA DE PLASTICIDAD	
PROYECTO :	INFLUENCIA DE LA PAJA DE TRIGO EN EL ADOBRE SOBRE LA ABSORCIÓN, COMPRESIÓN Y FLEXIÓN EN VIVIENDAS DEL DISTRITO DE SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD, 2021.
UBICACIÓN	DISTRITO DE SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD.
SOLICITANTE:	BR. JULIANA MARIBEL CARBAJAL TIBURCIO
MATERIAL	SUELO NATURAL

ZONA	LL	IP	Nombre
SANTIAGO DE CHUCO	68.10	48.42	C-01

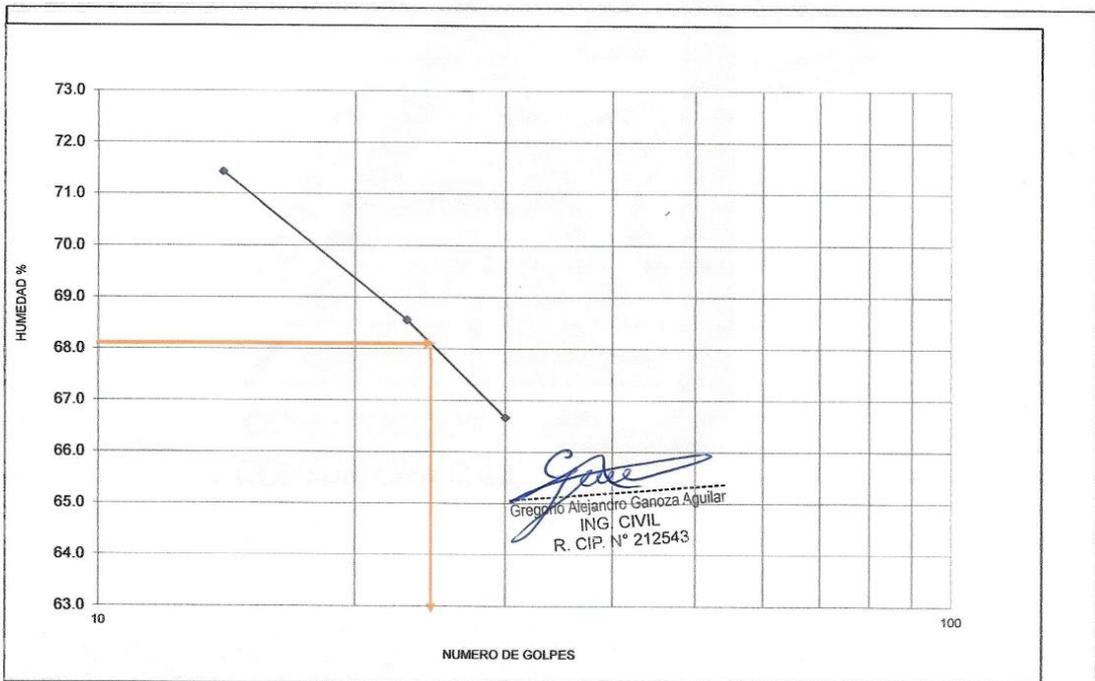


Anexo 12: Resultados de laboratorio del Suelo (Fuente: Corporación A&J)

CORPORACIÓN A&J
CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORA S.A.C.

LIMITES DE ATTERBERG ASTM D423-66 D424-59	
PROYECTO	INFLUENCIA DE LA PAJA DE TRIGO EN EL ADOBRE SOBRE LA ABSORCIÓN, COMPRESIÓN Y FLEXIÓN EN VIVIENDAS DEL DISTRITO DE SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD, 2021.
SOLICITANTE:	BR, JULIANA MARIBEL CARBAJAL TIBURCIO
UBICACIÓN:	DISTRITO DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD.
MATERIAL:	SUELO NATURAL
FECHA:	13-09-2021

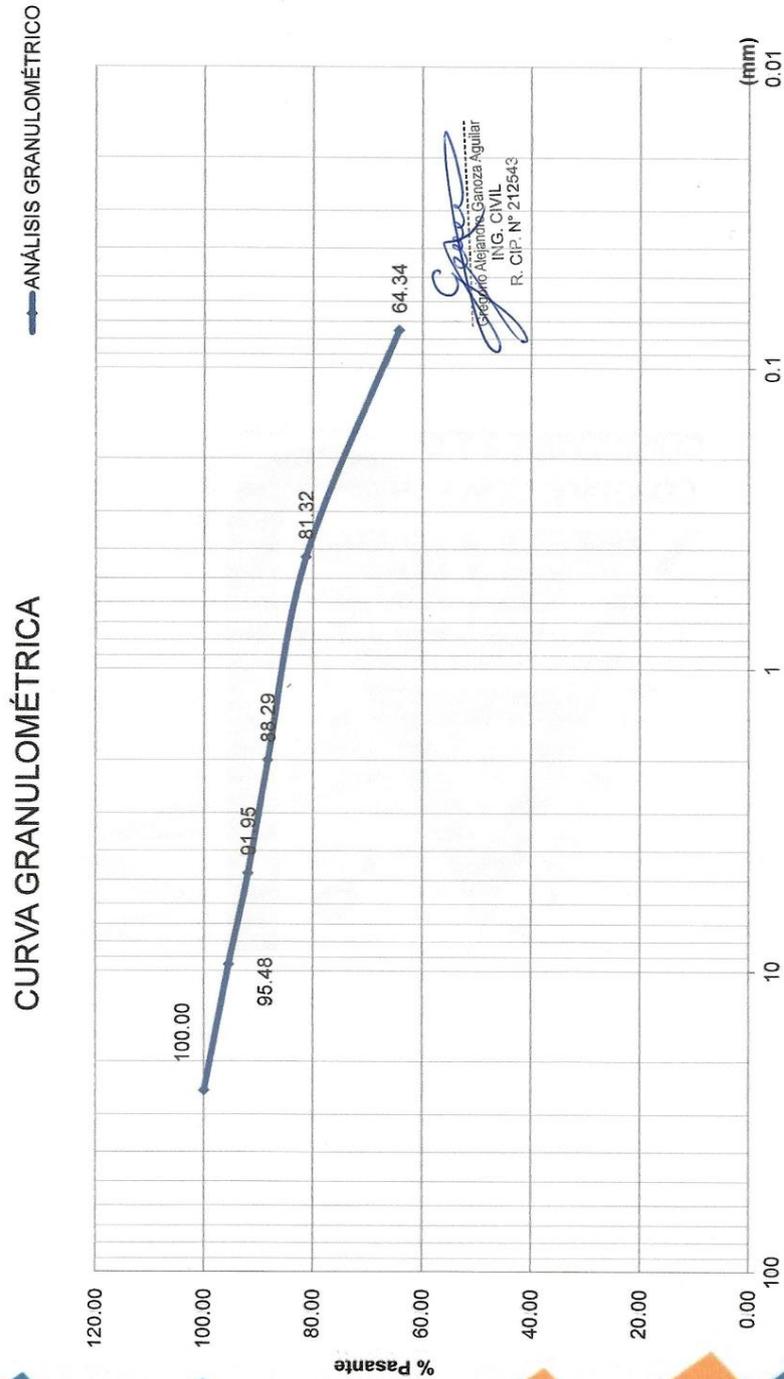
1.-LIMITE LIQUIDO		ASTM 423-66					
NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
14	1	37.20	33.20	4.00	27.60	5.60	71.43
23	2	36.40	32.78	3.62	27.50	5.28	68.56
30	3	38.80	34.20	4.60	27.30	6.90	66.67



2.- LIMITE PLASTICO		ASTM D424-59					
CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO + (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	L.P. %
4	25.40	25.30	0.10	24.80	0.50	20.00	19.68
5	25.44	25.32	0.12	24.70	0.62	19.35	

3.- INDICE DE PLASTICIDAD IP= LL - LP 48.42 %

Anexo 13: Resultados de laboratorio del Suelo (Fuente: Corporación A&J)



Anexo 15: Resultados de laboratorio del Suelo (Fuente: Corporación A&J)



Anexo 16: Adobera con el que se realizaron los adobes



Anexo 17: Muestra de adobes



Anexo 18: Muestra de adobe con adición de paja de trigo del 0%



Anexo 19: Muestra de Adobe con Adición de paja del 1%



Anexo 20: Muestra de Adobe con Adición de paja del 3%



Anexo 21: Muestra de Adobe con Adición de paja del 5%



Anexo 22: Muestras a ensayar llevados al laboratorio Corporación A&J- Trujillo



Anexo 23: Pesado de unidades de adobe con adición de paja del 0%



Anexo 24: Ensayo a la compresión de unidades de adobe con adición de paja del 0%



Anexo 25: Ensayo a la compresión de unidades de adobe con adición de paja del 0%



Anexo 26: Ensayo a la compresión de unidades de adobe con adición de paja del 0%



Anexo 27: Ensayo a la compresión de unidades de adobe con adición de paja del 0%



Anexo 28: Pesado de unidades de adobe con adición de paja del 1%



Anexo 29: Ensayo a la compresión de unidades de adobe con adición de paja del 1%



Anexo 30: Ensayo a la compresión de unidades de adobe con adición de paja del 1%



Anexo 31: Ensayo a la compresión de unidades de adobe con adición de paja del 1%



Anexo 32: Pesado de unidades de adobe con adición de paja del 3%



Anexo 33: Ensayo a la compresión de unidades de adobe con adición de paja del 3%



Anexo 34: Ensayo a la compresión de unidades de adobe con adición de paja del 3%



Anexo 35: Ensayo a la compresión de unidades de adobe con adición de paja del 3%



Anexo 36: Pesado de unidades de adobe con adición de paja del 5%



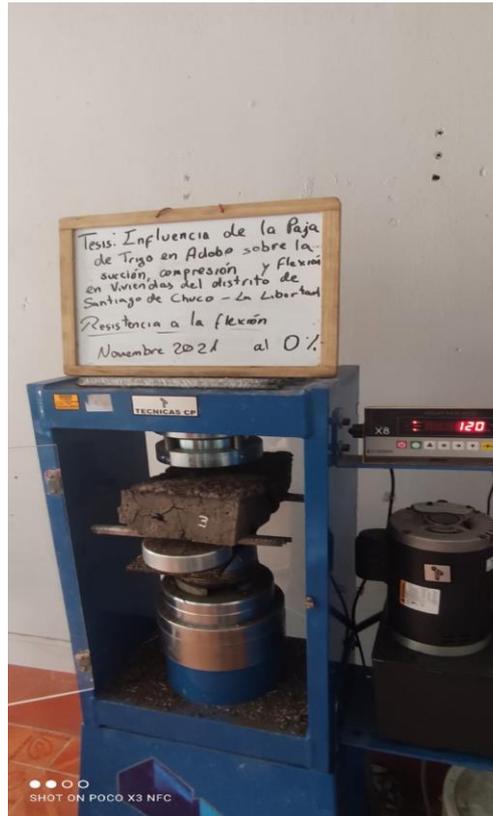
Anexo 37: Ensayo a la compresión de unidades de adobe con adición de paja del 5%



Anexo 38: Ensayo a la compresión de unidades de adobe con adición de paja del 5%



Anexo 39: Ensayo a la compresión de unidades de adobe con adición de paja del 5%



Anexo 40: Ensayo a la flexión de unidades de adobe con adición de paja del 0%



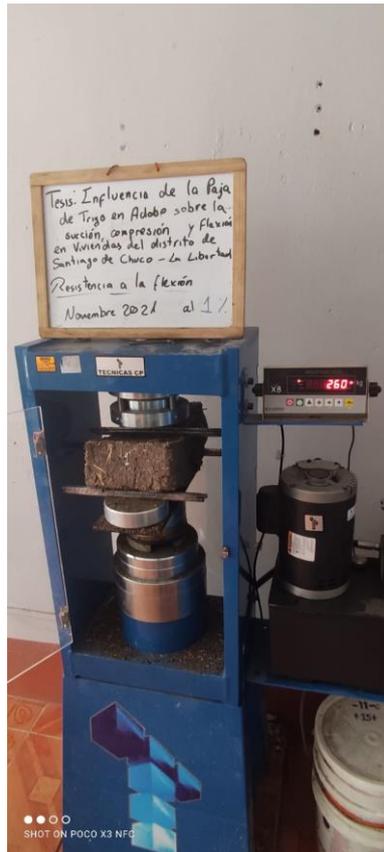
Anexo 41: Ensayo a la flexión de unidades de adobe con adición de paja del 0%



Anexo 42: Ensayo a la flexión de unidades de adobe con adición de paja del 0%



Anexo 43: Familia de adobes ensayados a flexión con adición de paja de trigo del 1%



Anexo 44: Ensayo a la flexión de unidades de adobe con adición de paja del 1%



Anexo 45: Ensayo a la flexión de unidades de adobe con adición de paja del 1%



Anexo 46: Ensayo a la flexión de unidades de adobe con adición de paja del 1%



Anexo 47: Ensayo a la flexión de unidades de adobe con adición de paja del 3%



Anexo 48 : Ensayo a la flexión de unidades de adobe con adición de paja del 3%



Anexo 49: Ensayo a la flexión de unidades de adobe con adición de paja del 3%



Anexo 50: Ensayo a la flexión de unidades de adobe con adición de paja del 5%



Anexo 51: Familia de adobes ensayados a flexión con adición de paja de trigo del 5%



Anexo 52: Ensayo a la flexión de unidades de adobe con adición de paja del 5%



Anexo 53: Ensayo a succión de unidades de adobe con adición de paja del 5%



Anexo 54: Ensayo a succión de unidades de adobe con adición de paja del 1%



Anexo 55: Ensayo a succión de unidades de adobe con adición de paja del 1%



Anexo 56: Ensayo a succión de unidades de adobe con adición de paja del 0%

INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO

TESIS: **INFLUENCIA DE LA PAJA DE TRIGO EN EL ADOBE SOBRE LA SUCCIÓN, COMPRESIÓN Y FLEXIÓN EN VIVIENDAS DEL DISTRITO DE SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD**
 DEL : **LABORATORIO N° 4: ENSAYO DE FLEXIÓN EN ADOBES**
 SOLICITANTE: : **JULIANA CARBAJA TIBURCIO**
 FECHA : **29/11/2021** 2/2

V) PANEL FOTOGRÁFICO :



HECHO POR : Ing. Gregorio Ganoza Aguilar
 TECNICO: Ing. Amado Espinola Villanueva

Gregorio
 Gregorio Alejandro Ganoza Aguilar
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 212543

Ing. Gregorio Ganoza Aguilar
 CIP: 212543

Anexo 57: Resultados de las Propiedades físicas y Mecánicas del adobe (Fuente: Corporación A&J)

INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO
INFLUENCIA DE LA PAJA DE TRIGO EN EL ADOBE SOBRE LA SUCCIÓN, COMPRESIÓN Y FLEXIÓN EN VIVIENDAS DEL DISTRITO DE SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD
 TESIS:
 DEL : LABORATORIO N° 4: ENSAYO DE FLEXIÓN EN ADOBES
 SOLICITANTE: : JULIANA CARBAJAL TIBURCIO
 FECHA : 29/11/2021 1/2

I) OBJETO : Ensayo de Flexión en Adobes Artesanales
II) DE LAS MUESTRAS : Adobes artesanales no cocidos, de area sólida, Fabricados con fines de construcción de viviendas típicas en la zona. Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.



III) DEL ENSAYO : De acuerdo a la norma NTP 331.040, E080 Adobes
IV) DE LOS RESULTADOS :

MUESTRA	Dimensiones (cm)			Distancia entre apoyos " l " (cm)	Carga Maxima Flexión " P " (Kg)	Módulo de Ruptura (Kg/cm ²)	Módulo de Ruptura Promedio (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho (b)	Altura (d)				
ADOBE AL 0% (1)	29.5	19.4	9.6	24.5	110	2.3	2.67
ADOBE AL 0% (2)	29.3	19.5	9.4	24.3	140	3.0	
ADOBE AL 0% (3)	29.7	19.4	9.6	24.7	120	2.5	
ADOBE AL 0% (4)	29.7	19.3	9.5	24.7	140	3.0	
ADOBE AL 1% (1)	29.5	19.3	9.5	24.5	260	5.5	4.30
ADOBE AL 1% (2)	29.7	19.3	9.5	24.7	190	4.0	
ADOBE AL 1% (3)	29.7	19.0	9.5	24.7	190	4.1	
ADOBE AL 1% (4)	29.5	19.4	9.5	24.5	170	3.6	
ADOBE AL 3% (1)	29.7	19.7	9.5	24.7	270	5.6	5.81
ADOBE AL 3% (2)	29.7	19.7	9.3	24.7	270	5.9	
ADOBE AL 3% (3)	29.5	19.4	9.5	24.5	320	6.7	
ADOBE AL 3% (4)	29.4	19.3	9.5	24.4	240	5.0	
ADOBE AL 5% (1)	29.7	19.5	9.5	24.7	240	5.1	5.22
ADOBE AL 5% (2)	29.5	19.7	9.5	24.5	210	4.3	
ADOBE AL 5% (3)	29.7	19.3	9.5	24.7	230	4.9	
ADOBE AL 5% (4)	29.6	19.4	9.6	24.6	320	6.6	

NOTA : Módulo de ruptura = $3Pl / (2bd^2)$
 Donde : P = Carga Máxima de Flexión (Kg)
 l = Distancia entre Apoyos (cm)
 b = Ancho (cm)
 d = Altura (cm)

HECHO POR : Ing. Gregorio Ganoza Aguilar
 TECNICO: Ing. Amado Espinoza Villanueva


 Gregorio Alejandro Ganoza Aguilar
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 212543
 Ing. Gregorio Ganoza Aguilar
 CIP: 212543

Anexo 58: Resultados de las Propiedades físicas y Mecánicas del adobe (Fuente: Corporación A&J)

INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO

INFLUENCIA DE LA PAJA DE TRIGO EN EL ADOBE SOBRE LA SUCCION, COMPRESION Y FLEXION EN VIVIENDAS DEL DISTRITO DE SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD

TESIS: : LABORATORIO N° 3: ENSAYO DE SUCCIÓN
DEL : JULIANA CARBAJAL TIBURCIO
SOLICITANTE: :
FECHA: 29/11/2021 1/1

I) OBJETO Determinación de la Succión en Adobes Artesanales

II) DE LA MUESTRA Adobes artesanales no cocidos, de area sólida,
Fabricados con fines de construcción de viviendas típicas en la zona
Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.



III) DEL ENSAYO : De acuerdo a la Norma NTP 399.604, E080

IV) DE LOS RESULTADOS :

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Peso Inicial (g.)	Peso saturado Rotura (g)	Variación de masa (W)	Succión (gr/min/200cm2)	
	Largo	Ancho	Altura					
ADOBE AL 0% (1)	29,0	19,4	9,5	8781,0	8,836	55,0	19,6	21,8
ADOBE AL 0% (2)	29,5	19,2	9,6	8722,0	8,790	68,0	24,0	
ADOBE AL 1% (1)	29,7	19,0	9,3	8019,0	8,314	295,0	104,6	90,7
ADOBE AL 1% (2)	29,5	19,4	9,6	8070,0	8,290	220,0	76,9	
ADOBE AL 3% (1)	29,5	19,6	9,4	7374,0	7,668	294,0	101,7	98,4
ADOBE AL 3% (2)	29,7	19,4	9,5	7412,0	7,686	274,0	95,1	
ADOBE AL 5% (1)	29,7	19,6	9,4	6701,0	7,027	326,0	112,0	110,7
ADOBE AL 5% (2)	29,5	19,4	9,5	6462,0	6,775	313,0	109,4	



HECHO POR Ing. Gregorio Ganoza Aguilar
TECNICO Ing. Amado Espinola Villanueva

Gregorio Alejandro Ganoza Aguilar
 ING. CIVIL
 R. CIP N° 212543
 Ing. Gregorio Ganoza Aguilar
 CIP: 212543

Anexo 59: Resultados de las Propiedades físicas y Mecánicas del adobe (Fuente: Corporación A&J)

INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO

TESIS: **INFLUENCIA DE LA PAJA DE TRIGO EN EL ADOBE SOBRE LA SUCCIÓN, COMPRESIÓN Y FLEXIÓN EN VIVIENDAS DEL DISTRITO DE SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD**
 DEL : **LABORATORIO N° 2: ENSAYO DE ABSORCIÓN**
 SOLICITANTE: **: JULIANA CARBAJAL TIBURCIO**
 FECHA **29/11/2021** 1/1

I) OBJETO : Ensayo de Absorción en Adobes Artesanales

II) DE LA MUESTRA : Adobes artesanales no cocidos, de area sólida, Fabricados con fines de construcción de viviendas típicas en la zona Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.



III) DEL ENSAYO : De acuerdo a la Norma NTP 399.604, E080

IV) DE LOS RESULTADOS :

Muestra	Peso Inicial (g.)	Peso Saturado (g.)	Peso seco al horno (g.)	% Absorción
ADOBE AL 0% (1)	8,688.0	-	-	Desintegración total
ADOBE AL 0% (2)	8,719.4	-	-	
ADOBE AL 1% (1)	8,009.6	-	-	Desintegración total
ADOBE AL 1% (2)	8,072.9	-	-	
ADOBE AL 3% (1)	7,389.1	-	-	Fracturado y deformado No manipulable
ADOBE AL 3% (2)	7,425.2	-	-	
ADOBE AL 3% (1)	6,588.6	-	-	Fracturado y deformado No manipulable
ADOBE AL 3% (2)	6,450.7	-	-	



HECHO POR **Ing. Gregorio Ganoza Aguilar**
TECNICO **Ing. Amado Espinola Villanueva**

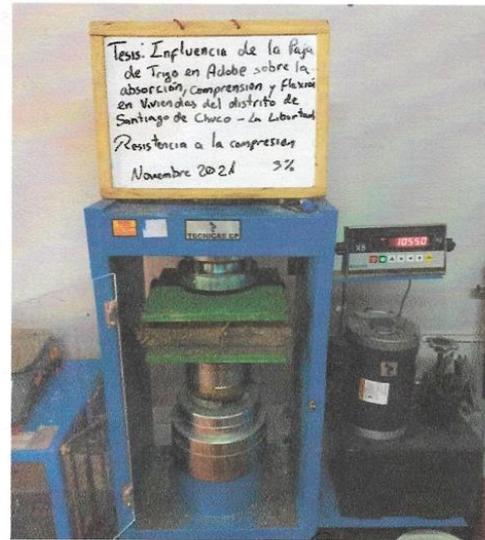
Gregorio
Gregorio Alejandro Ganoza Aguilar
ING. CIVIL
R. CIP. N° 212543
Ing. Gregorio Ganoza Aguilar
CIP: 212543

Anexo 60: Resultados de las Propiedades físicas y Mecánicas del adobe (Fuente: Corporación A&J)

INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO

TESIS: **INFLUENCIA DE LA PAJA DE TRIGO EN EL ADOBE SOBRE LA SUCCIÓN, COMPRESIÓN Y FLEXIÓN EN VIVIENDAS DEL DISTRITO DE SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD**
 DEL : **LABORATORIO N° 1: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**
 SOLICITANTE: : **JULIANA CARBAJAL TIBURCIO**
 FECHA **29/11/2021** 2/2

V) PANEL FOTOGRÁFICO



Gregorio Alejandro Ganoza Aguilar
 Gregorio Alejandro Ganoza Aguilar
 ING. CIVIL
 D. CIP N° 212543
 Ing. Gregorio Ganoza Aguilar
 CIP: 212543

Anexo 61: Resultados de las Propiedades físicas y Mecánicas del adobe (Fuente: Corporación A&J)

INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO

TESIS: **INFLUENCIA DE LA PAJA DE TRIGO EN EL ADOBE SOBRE LA SUCCIÓN, COMPRESIÓN Y FLEXIÓN EN VIVIENDAS DEL DISTRITO DE SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD**
 DEL : **LABORATORIO N° 1: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**
 SOLICITANTE: **JULIANA CARBAJAL TIBURCIO**
 FECHA : **29/11/2021** 1/2

- I) OBJETO :** Determinación de la Resistencia a la Compresión de Adobes
- II) DE LA MUESTRA :** Adobes artesanales no cocidos, de area sólida, Fabricados con fines de construcción de viviendas típicas en la zona Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante.



III) DEL ENSAYO : De acuerdo a la norma NTP 399.604 - E 080 Adobe

IV) DE LOS RESULTADOS

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Area Bruta (cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión		
	Largo	Ancho	Altura			kg/cm2	MPa	Promedio en kg/cm2
ADOBE AL 0% (1)	29.7	19.5	9.4	579.2	6,840	11.81	1.16	13.29
ADOBE AL 0% (2)	29.4	19.3	9.6	567.4	8,890	15.67	1.54	
ADOBE AL 0% (3)	29.5	19.3	9.3	569.4	7,410	13.01	1.28	
ADOBE AL 0% (4)	29.3	19.5	9.4	571.4	7,230	12.65	1.24	
ADOBE AL 1% (1)	29.3	19.3	9.5	565.5	8,490	15.01	1.47	17.47
ADOBE AL 1% (2)	29.5	19.5	9.6	575.3	10,480	18.22	1.79	
ADOBE AL 1% (3)	29.7	19.3	9.4	573.2	9,900	17.27	1.69	
ADOBE AL 1% (4)	29.5	19.5	9.3	575.3	11,150	19.38	1.90	
ADOBE AL 3% (1)	29.7	19.3	9.4	573.2	9,830	17.15	1.68	20.49
ADOBE AL 3% (2)	29.5	19.4	9.4	572.3	10,550	18.43	1.81	
ADOBE AL 3% (3)	29.3	19.3	9.6	565.5	11,980	21.19	2.08	
ADOBE AL 3% (4)	29.5	19.7	9.4	581.2	14,640	25.19	2.47	
ADOBE AL 5% (1)	29.5	19.5	9.3	575.3	11,560	20.10	1.97	19.22
ADOBE AL 5% (2)	29.7	19.3	9.4	573.2	12,050	21.02	2.06	
ADOBE AL 5% (3)	29.3	19.5	9.4	571.4	9,430	16.50	1.62	
ADOBE AL 5% (4)	29.3	19.5	9.6	571.4	11,000	19.25	1.89	

HECHO POR **Ing. Gregorio Ganoza Aguilar**
 TECNICO **Ing. Amado Espinola Villanueva**

Gregorio
 Gregorio Alejandro Ganoza Aguilar
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 212543

Ing. Gregorio Ganoza Aguilar
 CIP: 212543

Anexo 62: Resultados de las Propiedades físicas y Mecánicas del adobe (Fuente: Corporación A&J)