

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PROFESIONAL

**“VARIACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS
DEL ADOBE AL INCORPORAR VIRUTA Y CAUCHO”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

PRESENTADO POR:

Bach. JHON CRISTIAN MANTILLA CALDERÓN

ASESOR:

Dr. Ing. MIGUEL ÁNGEL MOSQUEIRA MORENO

CAJAMARCA – PERÚ

2018

DEDICATORIA

A la Divinidad, que siempre me acompaña en el camino del bien y en todas mis decisiones, a mis padres por inculcarme el estudio y la superación personal, a mi amada Rosario por sus muestras de amor y apoyo en todo momento, a mis hermanos Anthony y Johana por su aliento constante.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Miguel Mosqueira, asesor de la presente investigación, quien dedicó parte de su tiempo para guiarme y ver concluido el presente estudio. A los Docentes de la Facultad de Ingeniería, quienes me impartieron sus conocimientos, durante mi formación profesional.

A mis amigos que me dieron su apoyo incondicional y desinteresado, a todas las personas que de una o de otra manera colaboraron en el desarrollo del presente Proyecto.

El autor.

INDICE

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	7
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	7
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	8
1.3. HIPÓTESIS Y VARIABLES	8
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
1.5. LIMITACIONES:.....	10
1.6. OBJETIVOS:	10
1.6.1 OBJETIVO GENERAL.....	10
1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	11
2.1. ANTECEDENTES.....	11
2.2. BASES TEÓRICAS.....	14
2.2.1. ADOBE.....	14
2.2.2. ADOBE ESTABILIZADO:	14
2.2.3. FIBRAS ESTABILIZANTES:.....	14
2.2.4. PAJA:	15
2.2.5. VIRUTA.....	15
2.2.6. CAUCHO:	15
2.2.7. SUELO PARA ADOBES:.....	15
2.2.8. MECÁNICA DE SUELOS.....	16
2.2.9. ENSAYOS DE LABORATORIO A EMPLEAR:	16
2.2.10. CLASIFICACIÓN DE SUELOS MÉTODO SUCS:	17
2.2.11. PROPIEDADES DEL ADOBE A ESTUDIAR:	20
2.2.12. TÉRMINOS BÁSICOS.....	24
CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DONDE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN:	25
3.2. MÉTODO Y TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	25
3.2.1 MÉTODO:.....	25
3.2.2 TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	25
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	26
3.4. UNIDAD DE ESTUDIO.....	26
3.5. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	27
CAPITULO IV. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	34
4.1 CLASIFICACIÓN DEL SUELO.....	34
4.2 DOSIFICACIÓN DE PAJA, VIRUTA Y CAUCHO PARA CADA ADOBE:	34
4.3 EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LAS UNIDADES DE ADOBE.....	35
4.3.1 RESISTENCIA A COMPRESIÓN.....	35
4.3.2 RESISTENCIA A FLEXIÓN	41

4.3.3 ABSORCIÓN DE AGUA	46
4.3.4 SATURACIÓN TOTAL	47
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	51
CONCLUSIONES.....	51
RECOMENDACIONES	52
BIBLIOGRAFÍA.....	53
ANEXOS.....	55
7.1 ANEXO N°1. ENSAYOS DE SUELOS	55
7.2 ANEXO N°2. PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS ADOBES	58
7.2.1 RESISTENCIA A COMPRESIÓN.....	58
7.2.2 RESISTENCIA A FLEXIÓN	92
7.2.3 ABSORCIÓN DE AGUA	113
7.2.4 SATURACIÓN TOTAL.....	117
7.3 ANEXO N°3. PANEL FOTOGRÁFICO.....	119

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo determinar la variación de las propiedades físico-mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho, por lo que se ha adicionado fibra vegetal (viruta) y fibra de caucho en porcentajes de 2%, 3% y 5 %, elaborándose un total de 245 bloques de adobe, los cuales fueron evaluados en resistencia a compresión, flexión y en su comportamiento a la absorción y saturación total. Se obtuvo como resultados que la resistencia a compresión alcanzó un valor máximo de 30.25 kg/cm² para los bloques de adobe con 3% de adición de viruta, en resistencia a flexión se registró un valor máximo de 8.35 kg/cm²; valores superiores a los resultados de resistencia obtenidos por el adobe tradicional (con paja). El porcentaje de absorción disminuyó hasta en 4% con la incorporación de 5% de caucho, observándose además menor desgaste de las unidades de adobe con adición de caucho en la saturación total. Concluyendo que las propiedades físico-mecánicas del adobe resultan favorables, con la incorporación de viruta y caucho.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.

La tierra es el material para construir más accesible al hombre. Al principio apilaba piedra natural, luego las unía con mortero de barro para construir su vivienda y le colocaba un techo de madera rolliza, cubierta con una gruesa capa de paja. Donde no había piedra, el hombre descubrió que podía sustituir la piedra con tierra húmeda, moldeada a mano y secada al sol. Así inventó el adobe y después hizo el molde.

El uso del adobe como material de construcción ha sido desde la antigüedad ampliamente difundido alrededor del mundo. Es la fácil disponibilidad de los elementos en el medio (agua y tierra) lo que ha convertido al adobe en uno de los materiales más utilizados en la construcción. (Igarashi, 2009)

De acuerdo con lo señalado por el INEI en su informe: Censos Nacionales de Población y Vivienda, 1993 y 2007, en el cuadro Departamento de Cajamarca: Viviendas Particulares, Según material predominante en las paredes exteriores de la vivienda, en el año 2007 nos indica que el 76.7% de viviendas son de adobe o tapial.

Tabla 1. Viviendas Particulares con ocupantes presentes, según material predominante en las paredes exteriores de la vivienda, 1993 y 2007.

Material predominante en las paredes exteriores	1993		2007	
	Absoluto	%	Absoluto	%
Total	250 459	100,0	325 399	100,0
Ladrillo o bloque de cemento	15 645	6,2	46 810	14,4
Adobe o tapia	193 070	77,1	249 578	76,7
Madera	4 343	1,7	5 114	1,6
Quincha	20 760	8,3	12 278	3,8
Estera	169	0,1	438	0,1
Piedra con barro	14 948	6,0	10 247	3,1
Piedra, sillar con cal o cemento	880	0,4	157	0,0
Otro material 1/	644	0,3	777	0,2

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

En el año 2013 según el INEI en el Perú existían 7 millones 828 mil 571 viviendas particulares, de este total son 3 millones 688 mil 452 (47.1%) viviendas en las que predomina en sus paredes exteriores el adobe o tapia; quincha; piedra con barro; madera; estera u otros materiales. Además, Cajamarca y La Libertad tienen la mayor parte de viviendas con adobe o tapia y quincha, tal es así que Cajamarca alberga 303

mil 183 viviendas con paredes construidas con estos materiales. (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2013)

Tabla 2. Material de construcción predominante en las paredes a nivel nacional.

Material predominante en las paredes exteriores / Área de residencia	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Ladrillo o bloque de cemento	44.3	45.4	45.4	45.1	46.0	46.7	48.2	49.4	50.1	51.4	50.6	51.5	52.2
Piedra o sillar con cal o cemento	1.1	1.3	0.7	0.8	0.8	0.9	0.8	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7
Adobe o tapia	40.0	37.3	37.8	38.7	37.4	38.1	35.7	34.9	34.8	34.2	34.4	34.1	33.6
Quincha (caña con barro)	2.7	3.2	2.9	2.4	2.5	2.2	2.0	1.8	1.8	1.7	1.8	1.8	1.8
Piedra con barro	1.1	1.8	1.3	1.2	1.3	1.0	1.2	1.1	0.9	0.9	1.0	1.0	0.9
Madera	7.2	7.4	7.5	7.0	7.3	6.1	5.8	6.3	6.6	6.1	6.9	7.0	7.6
Estera	1.0	1.1	0.9	1.0	0.7	0.6	0.9	1.1	0.9	0.6	0.7	0.4	0.4
Otro material 1/	2.4	2.5	3.4	3.9	3.9	4.4	5.2	4.8	4.2	4.4	3.9	3.4	2.8

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - Encuesta Nacional de Hogares, 2013.

Analizando las estadísticas del INEI se entiende que en Cajamarca el mayor porcentaje de viviendas sigue siendo el adobe, las cuales son consideradas vulnerables a movimientos telúricos, debido a su gran masa y poca resistencia del material, por lo que con el fin de lograr que este tipo de viviendas tengan un mejor desempeño ante una eventualidad sísmica, se debería emplear para la construcción de este tipo de viviendas, adobes mejorados, con propiedades superiores al del adobe tradicional.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

La interrogante que sintetiza la razón de la presente investigación es:

¿Cómo varían las propiedades físico-mecánicas del adobe (resistencia a compresión, flexión, absorción y saturación), al incorporarle viruta y caucho?

1.3. HIPÓTESIS Y VARIABLES

a. HIPÓTESIS:

Las propiedades físico-mecánicas del adobe varían favorablemente al incorporarle viruta y caucho, aumentando su resistencia a la compresión hasta en 10 %, su resistencia a la flexión hasta en 5%, disminuyendo la absorción de agua hasta en 3% y mejorando su durabilidad ante condiciones de saturación.

b. VARIABLES

b.1. Variables Independientes:

- Incorporación de caucho.
- Incorporación de viruta.

b.2. Variables Dependientes:

- Resistencia a compresión.
- Resistencia a flexión.
- Absorción de agua.
- Saturación total.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

En la actualidad sigue siendo muy común en Cajamarca la construcción de viviendas con adobes, mayormente en las zonas rurales debido al bajo costo y a la accesibilidad del material. Estas viviendas suelen tener poca resistencia y estabilidad, lo que las hace vulnerables a movimientos telúricos y como se sabe la ubicación de nuestra ciudad está en una zona de alto riesgo sísmico, por lo que no somos ajenos a una eventualidad como la ocurrida en Pisco y Chíncha en el año 2007, en el que se registró un alto índice de heridos y pérdidas personales. Estos hechos nos dejan la enseñanza de que debemos prevenir y estar preparados, por lo que una manera de actuar en la prevención y en disminuir la vulnerabilidad de las viviendas de adobe es la búsqueda de alternativas que mejoren las características, las propiedades del adobe, contribuyendo de alguna manera con el bienestar y la seguridad de las personas que residen en viviendas construidas con adobes. En la búsqueda de una alternativa que mejore las propiedades físico-mecánicas del adobe tradicional, de resistencia a compresión, flexión y durabilidad se ha realizado la presente investigación proponiendo el uso de adiciones de fibra vegetal (viruta) y de fibras de caucho (provenientes de neumáticos usados), materiales de fácil alcance en nuestro medio y con los que se espera mejorar el comportamiento del adobe ante sollicitaciones de esfuerzos y condiciones climáticas adversas.

1.5. LIMITACIONES:

- La normativa nacional vigente sobre adobes no contempla consideraciones sobre el control de calidad, por lo que para este fin se siguió la normativa para unidades de albañilería.
- En la actualidad en nuestro país existen con pocos estudios sobre el adobe, por lo que la información sobre adiciones de fibras para el adobe se hace escasa.

1.6. OBJETIVOS:

1.6.1 OBJETIVO GENERAL.

- Determinar la variación en las propiedades físico-mecánicas del adobe con adición de la viruta y caucho en porcentajes de 2%, 3% y 5%.

1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Determinar las propiedades del suelo a emplear y verificar que cumple la NTP E-080.
- Determinar la resistencia a la compresión, flexión y absorción de los bloques de adobe tradicionales y los bloques con viruta y caucho incorporado.
- Evaluar el comportamiento de las unidades de adobe ante condiciones de saturación.
- Comparar los resultados obtenidos en los ensayos a compresión, flexión, absorción y saturación, del adobe tradicional, con los resultados de los adobes con adición de viruta y caucho.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES.

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

(Flórez & López, 2010), con su investigación “Propuesta de reforzamiento de muros de adobe modificado con confinamiento de madera rolliza”, crearon aportes en el sistema constructivo con adobe ayudando a la reglamentación e implementación en el país de Colombia, mejorando las propiedades del adobe como elemento, adicionando materias para aumentar sus características, logrando finalmente determinar una cantidad y una longitud óptimas de fibra vegetal (fibra de fique) para realizar los ensayos de las probetas de adobe con fibra. Es así que determinaron trabajar con longitudes de 1 cm, 1.5cm y 2cm y con porcentajes de 0.25%, 0.50% y 0.75 % del peso total de cada bloque de adobe. Llegando a la conclusión de que los adobes modificados con fique demuestran un mejor comportamiento frente a esfuerzos y deformaciones comparado con otras mezclas (emulsión asfáltica y cal) y con un adobe sin modificar. Los resultados obtenidos fueron: resistencia promedio de 26,000 kg y un esfuerzo a la compresión promedio de 45.1 kg/cm² lo cual demuestra un aumento aproximado de 24.5% en la resistencia a la compresión que presenta una unidad de adobe sin modificar.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

(López Gálvez & Bernilla Carlos, 2012) En su Investigación “Evaluación funcional y constructiva de viviendas con adobe estabilizado en Cayaltí. Programa Cobe -1976” evaluaron un conjunto de 100 viviendas construidas en el año 1976 con Adobe estabilizado denominado Programa COBE (Construcción con Bloques Estabilizados), que abordó el problema de la estabilización de suelos mediante el uso del asfalto RC-250 y emulsiones asfálticas, habiéndose captado la información tecnológica procedente de los Estados Unidos en la ex-cooperativa Cayaltí, Chiclayo-Lambayeque. Emplearon una metodología que permitió establecer un diagnóstico consistente en la verificación “in situ”, levantamiento y actualización de la información física, la opinión de los pobladores habitantes del lugar, que permitieron verificar el grado de aceptación tanto en la parte funcional-arquitectónica como en el aspecto constructivo.

Efectivamente confirmaron que las viviendas están en buen estado de conservación, todas ellas habitadas en su gran mayoría por sus propietarios originales, quienes dan fe, del buen comportamiento de los materiales, específicamente de los muros levantados con adobe estabilizado y reforzado con cañas. La deficiencia más notoria, se presentó en el comportamiento de los techos, los cuales no tuvieron una eficiente respuesta a las lluvias de los años noventa.

Finalmente, los usuarios de este Programa manifestaron su aceptación y la buena performance de la vivienda; validaron así el Programa, el sistema constructivo y recomendaron su aplicabilidad en otras localidades.

(Benites Zapata, 2017) En su investigación “Adobe estabilizado con extracto de Cabuya” aborda el tema de estabilización del adobe para mejorar su desempeño como material de construcción. El objetivo es evaluar la factibilidad de un polímero natural local (Cabuya o *Furcraea andina*) como estabilizador del adobe tradicional y las condiciones necesarias para garantizar su acción estabilizante. Evaluó la preparación del polímero estabilizante antes de su incorporación al adobe con un proceso de maceración que se prolonga entre 5 y 20 días, fijándose tres tiempos de maceración distintos y evaluándose para cada uno de ellos el desempeño del adobe estabilizado en dos aspectos: la resistencia mecánica a través de resistencia a la compresión y a la flexión; y la resistencia al agua mediante la prueba del chorro de agua y el ensayo de inmersión. Sus conclusiones indican que el extracto de Cabuya necesita un tiempo mínimo de maceración de 5 días y un óptimo de 10 para activar sus propiedades estabilizantes y lograr mejorar significativamente la resistencia al agua del adobe. La resistencia a la compresión y a la flexión mejoran en un 9.6% y 33.7% respectivamente, mientras que la resistencia a la acción del agua mejora notablemente, haciéndolo competitivo con otros materiales estabilizantes como la cal o el cemento.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

(Estrada & Luna, 1979) En su tesis “Estudio de la paja Ichu en las propiedades del adobe en Cajamarca”, tuvieron como objetivo analizar las propiedades mecánicas del adobe, para lo cual elaboraron especímenes con diferentes porcentajes y longitudes de paja Ichu, llegando a las siguientes conclusiones: los especímenes que alcanzaron mayor resistencia a la compresión fueron los que se le agregaron 2% de paja Ichu en peso y con longitud de fibra de 7 cm. Por otro lado, los especímenes que alcanzaron una mejor resistencia a los esfuerzos de flexión fueron a los que se les adicionó 2.5% de paja Ichu y con una longitud de fibra de 5 cm.

(Jimenez & Llanos, 1985) , en su tesis “Estudio del adobe fabricado en la ciudad de Cajamarca y su mejoramiento” tuvieron como finalidad en su investigación aplicar los estudios realizados para bloques corrientes y estabilizarlos para obtener un adobe con mejores condiciones de resistencia y durabilidad, elaborando especímenes los cuales se estabilizaron con paja ichu, aserrín, yeso, melaza, asfalto, llegando a las siguientes conclusiones: la adición de inertes, paja ichu, aserrín, yeso, melaza, asfalto en la elaboración de adobes incrementa su resistencia a la compresión, flexión y mejora su durabilidad frente a la humedad. La resistencia a compresión simple tuvo como mejor resultado la muestra con 5% de aserrín con un esfuerzo de 50.30 kg/cm². En resistencia a flexión por tracción se obtuvo los mejores resultados para la muestra con 5% de aserrín con un esfuerzo a la rotura de 11.07 kg/cm² y la muestra con 2.5% de paja ichu con un esfuerzo a la rotura de 10.12 kg/cm².

(Solano Garcido & Aliaga Diaz, 1993) en su tesis “Sistema Constructivo con adobón in-situ utilizando refuerzos verticales y horizontales” (Cajamarca), tuvieron dentro de sus objetivos principales: Emplear los materiales mejor seleccionados, introduciendo los refuerzos interiores incrementando la resistencia y ductilidad ante un sismo, Proponer nuevas tecnologías y materiales para viviendas económicas, Lograr una vivienda con adobón, económica, funcional y resistente a sollicitaciones externas. Para lo cual clasificaron una tierra adecuada, a la cual le agregaron ichu, agua y piedra (sistema de adobón) y reforzaron el sistema con madera de eucalipto tanto horizontal y verticalmente, para luego ensayar un muro con este sistema, llegando a la conclusión que, con una dosificación de tierra más paja ichu (2% en peso, 3:1 en volumen), una proporción de piedra (de 2” a 5” aproximadamente) de 50% con relación al barro; y los refuerzos de varas de eucalipto vertical y horizontalmente, mejoran la resistencia de los muros con adobones, indicando que la piedra le da al sistema buena consistencia y que el barro bien preparado con dos días de dormido le proporciona buena adherencia, y al no tener juntas verticales ni horizontales, permiten la continuidad del muro.

2.2. BASES TEÓRICAS.

2.2.1. 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. (Norma E-080, 2006)

▪ Requisitos generales para la unidad o bloque de adobe:

El adobe debe ser macizo y solo 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. (Norma E-080, 2006)

▪ Formas y dimensiones:

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:

- a) Para adobes rectangulares el largo sea aproximadamente el doble del ancho.
- b) La relación entre el largo y la altura debe ser del orden de 4 a 1.
- c) En lo posible la altura debe ser mayor a 8 cm. (Norma E-080, 2006)

2.2.2. ADOBE ESTABILIZADO:

Adobe en el que se ha incorporado 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. (Norma E-080, 2006)

2.2.3. FIBRAS ESTABILIZANTES:

Con los estabilizantes por fibras se controla el comportamiento de dilatación y retracción o contracción durante el fraguado; este consiste en la adherencia de material fibroso a la tierra, formando redes al unirse. Estas fibras pueden ser de origen vegetal, como paja, diferentes gramíneas, virutas de madera, acículas de pináceas, cáscaras de coco, tallos del maíz y fibras de pita o fique, de origen animal, como lana, crines de caballo, pelo de llama y de origen artificial como la fibra de caucho.

Las fibras como estabilizantes impiden la aparición de fisuras y siguen actuando con el tiempo; también cumplen la función de articular la estructura y volverla flexible ante movimientos sísmicos. (Arteaga, Medina, & Gutiérrez, 2011)

2.2.4. PAJA:

La paja o ichu 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)

2.2.5. VIRUTA

La viruta es un fragmento de material residual con forma de lámina curvada o espiral que es extraído mediante un cepillo u otras herramientas, tales como brocas, al realizar trabajos de cepillado, desbastado o perforación, sobre madera. Se suele considerar un residuo de las industrias madereras y tiene variadas aplicaciones. (quintoemec.com, 2015).

2.2.6. CAUCHO:

Polímero artificial o sintético que se obtiene a partir de materias primas de bajo peso molecular. El caucho es ampliamente utilizado en la fabricación de neumáticos, llantas, artículos impermeables y aislantes, por sus excelentes propiedades de elasticidad y resistencia ante los ácidos y las sustancias alcalinas. Su proceso de descomposición es muy lento y por su elevada elasticidad impide su compactación, es un agente muy contaminante por ser un producto altamente inflamable, la quema de neumáticos produce gases perjudiciales para la salud generando dioxinas, mercurio, hidrocarburos poliaromáticos y metales pesados. Por ello se busca varias formas de reutilizar el neumático con el fin de respetar al medio ambiente. (Aliso, 2001)

2.2.7. SUELO PARA ADOBES:

La gradación del suelo para la fabricación de adobes 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. (Norma E-080, 2006)

2.2.8. MECÁNICA DE SUELOS.

Los datos referentes al tipo de suelo serán necesarios para la clasificación y selección adecuada del material, para la fabricación de las unidades de adobe.

2.2.9. ENSAYOS DE LABORATORIO A EMPLEAR:

A. Contenido de Humedad (W%):

(Norma ASTM D 2216)

La Humedad o contenido de agua de la muestra de suelo, es la relación del peso del agua contenida en la muestra y el peso de la muestra secada en la estufa, expresada en tanto por ciento. Puede variar desde cero, cuando la muestra esta totalmente seco, hasta un máximo determinado que no necesariamente es 100%.

B. Análisis Granulométrico:

(Norma ASTM D 422)

El análisis granulométrico se refiere a la determinación de la cantidad en porcentaje de los diversos tamaños de las partículas que constituye un suelo. Para clasificar por tamaños las partículas del suelo, el procedimiento más usado es el tamizado. Conocida la composición granulométrica del material, se la representa gráficamente para formar la llamada curva granulométrica

C. LÍMITES DE CONSISTENCIA O LÍMITES DE ATTERBERG.

El físico sueco A. Atterberg estableció en 1946 la clasificación de los suelos arcillosos en función del efecto que la humedad ejerce en su consistencia. Se hace uso los límites para conocer la plasticidad de un suelo. Los límites de consistencia se determinan empleando suelo que pase la malla N°40.

Límite Líquido (LL).

(ASTM D4318-00)

El límite líquido se define como el contenido de humedad expresado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra, con el cual el suelo cambia del estado líquido al plástico.

Límite Plástico (LP).

(ASTM D4318-00)

El límite plástico se define como el contenido de humedad expresado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra secada al horno, para el cual los suelos pasan de un estado semisólido a un estado plástico.

Índice de Plasticidad (IP).

El índice de plasticidad se define como la diferencia numérica entre el Límite Líquido y el Límite Plástico.

$$IP = LL - LP \quad \dots\dots\dots (1)$$

2.2.10. CLASIFICACIÓN DE SUELOS MÉTODO SUCS:

Este sistema para la clasificación de suelos toma en cuenta:

- a) Porcentaje de la fracción que pasa por el tamiz N° 200.
- b) Forma de la curva de distribución granulométrica.
- c) Características de Plasticidad y Compresibilidad.

El Sistema Unificado de clasificación de suelos, utiliza como identificación los siguientes símbolos:

Tabla N° 3. Simbología SUCS

Símbolo	Descripción
G	Grava
S	Arena
M	Limo
C	Arcilla
O	Limo o arcilla orgánica
Pt	Turba
H	Alta Plasticidad
L	Baja Plasticidad
W	Mal Graduado
P	Bien Graduado

SUCS considera tres tipos de suelo: de grano grueso, de grano fino y altamente orgánico.

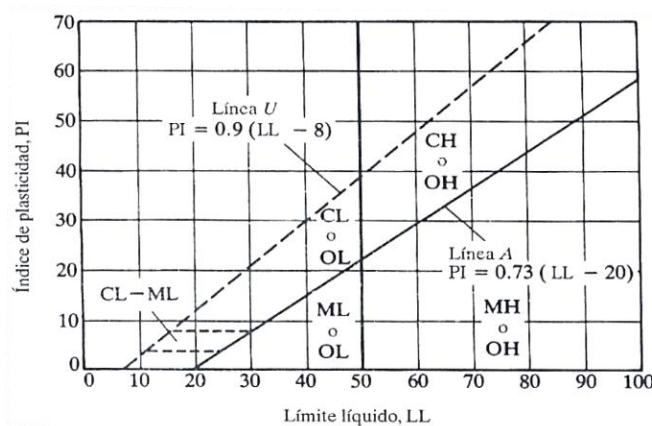
SUELOS DE GRANO GRUESO

Los suelos de grano grueso se subdividen en gravas (G) y arenas (S), las gravas contienen un porcentaje mayor de la fracción gruesa retenida en el tamiz N° 4 y las arenas son aquellos suelos cuya porción pasa el tamiz N° 4. Tanto las gravas como las arenas, se dividen en cuatro grupos secundarios: GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, SC respectivamente, según la cantidad, el tipo de los finos y la forma de la curva granulométrica.

SUELOS DE GRANO FINO

Un suelo se considera fino si pasa más del 50% de sus partículas por el tamiz N° 200. Los limos son suelos de grano fino con un límite líquido y un índice de plasticidad que resulten puntos por debajo de la línea "A" (esta definición no es válida para las arcillas orgánicas, puesto que el límite líquido y el índice de plasticidad de estos suelos dan puntos por debajo de la línea "A"). Los suelos de grano fino se subdividen en limos (M) y arcillas (C), según su límite líquido y su índice de plasticidad. El limo y la arcilla se dividen a su vez en dos grupos secundarios, basados en el hecho que el suelo tiene un límite líquido bajo (L = Low) o alto (H = High).

Fig. N° 1 Carta de Plasticidad



Fuente: (Crespo Villalaz, 2004)

Grupos CL y CH (constituidos por arcillas inorgánicas)

- CL comprende $LL < 50\%$ e $IP > 7\%$.
- CH comprende $LL > 50\%$.

Grupos ML y MH (constituidos por limo inorgánicos)

- ML comprende $LL < 50\%$ e $IP < 4\%$.
- MH comprende $LL \geq 50\%$.

Grupos OL y OH (suelos orgánicos): Las zonas correspondientes son las mismas que la de los grupos ML y MH. Una pequeña adición de materia orgánica coloidal hace que el límite líquido de una arcilla crezca, sin apreciable cambio de su índice plástico.

SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS

Son suelos que generalmente son muy compresibles y tienen características inadecuadas para la construcción. Se clasifican dentro del grupo designado por el símbolo Pt. El humus y suelos de pantano son un ejemplo de este tipo de suelos.

Tabla N° 4. Clasificación SUCS.
SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)
 INCLUYENDO IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN

DIVISIÓN MAYOR		SÍMBOLO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO		
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS Más de la mitad del material es retenido en la malla número 200 ⊕ son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista.	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla No. 4 PARA CLASIFICACIÓN VISUAL PUEDE USARSE 1/2 cm. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4	GRAVAS LIMPIAS Poco o nada de partículas finas	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	DETERMÍNENSE LOS PORCENTAJES DE GRAVA Y ARENA DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEPENDIENDO DEL PORCENTAJE DE FINOS (fracción que pasa por la malla No. 200). LOS SUELOS GRUESOS SE CLASIFICAN COMO SIGUE: Menos del 5% GW, GP, SW, SP; más del 12%: GM, GC, SM, SC. Entre 5% y 12%: Casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles **	
			GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos		
		GRAVA CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	* d	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo		Gravas arcillosas, mezclas de gravas, arena y arcilla
			u			
		ARENAS LIMPIAS Poco o nada de partículas finas	SW	Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.		Arenas mal graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.
			SP			
	ARENAS CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	* d	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla.		
		u				
	SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla.				
	SUELOS DE PARTICULAS FINAS Más de la mitad del material pasa por la malla número 200 ⊕ Las partículas de 0.074 mm de diámetro (la malla No. 200) son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista.	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido menor de 50	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.	G – Grava, S – Arena, O – Suelo Orgánico, P – Turba, M – Limo C – Arcilla, W – Bien Graduada, P – Mal Graduada, L – Baja Compresibilidad, H – Alta Compresibilidad CARTA DE PLASTICIDAD (S.U.C.S.) 	
			CL	Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.		
			OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.		
LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido Mayor de 50		MH	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, más elásticos.			
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.			
		OH	Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.			
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS		P	Turbas y otros suelos altamente orgánicos.			

** CLASIFICACIÓN DE FRONTERA- LOS SUELOS QUE POSEAN LAS CARACTERÍSTICAS DE DOS GRUPOS SE DESIGNAN CON LA COMBINACIÓN DE LOS DOS SÍMBOLOS; POR EJEMPLO GW-GC, MEZCLA DE ARENA Y GRAVA BIEN GRADUADAS CON CEMENTANTE ARCILLOSO.
 ⊕ TODOS LOS TAMAÑOS DE LAS MALLAS EN ESTA CARTA SON LOS U.S. STANDARD.
 * LA DIVISIÓN DE LOS GRUPOS GM Y SM EN SUBDIVISIONES d Y u SON PARA CAMINOS Y AEROPUERTOS ÚNICAMENTE, LA SUB-DIVISIÓN ESTA BASADA EN LOS LÍMITES DE ATTERBERG EL SUFIJO d SE USA CUANDO EL L.L. ES DE 28 O MENOS Y EL I.P. ES DE 6 O MENOS. EL SUFIJO u ES USADO CUANDO EL L.L. ES MAYOR QUE 28.

Fuente: (Crespo Villalaz, 2004)

2.2.11. PROPIEDADES DEL ADOBE A ESTUDIAR:

a) RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

La resistencia a compresión es la principal propiedad de las unidades de albañilería. Los valores altos señalan una buena calidad para todos los fines estructurales y de exposición, los valores bajos en cambio señalan unidades que producirán albañilería poco resistente y poco durable. La resistencia a compresión de la unidad se determinará ensayando cubos labrados cuya arista será igual a la menor dimensión de la unidad de adobe. El valor del esfuerzo resistente en compresión se obtendrá en base al área de la sección transversal, debiéndose ensayar un mínimo de 6 cubos, definiéndose la resistencia última (f_o) como el valor que sobrepase en el 80% de las piezas ensayadas. Los ensayos se harán utilizando piezas completamente secas, siendo el valor de (f_o) mínimo aceptable de 12 kg/cm². (Norma E-080, 2006)

La resistencia a compresión se calcula con la siguiente fórmula:

$$C = \frac{W}{A} \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

C = Resistencia a compresión del espécimen (Kg/cm²).

W = Carga máxima aplicada (Kg).

A = Promedio de las áreas brutas superior e inferior (cm²).

• Evaluación Estadística de los resultados del Ensayo a Compresión:

Al realizar las pruebas a compresión se obtuvo variaciones en los resultados, variaciones que son difíciles de salvar, ya que existen factores que influyen en dichos resultados, ya sea en el momento del mezclado de los materiales, en el moldeo, en el secado o almacenamiento de los especímenes. Por lo tanto, es muy importante evaluar estas variaciones que indican la calidad de los adobes elaborados. La medida más común de la tendencia central de un conjunto de datos es el promedio o media aritmética y los más comunes del grado de uniformidad son la desviación estándar y el coeficiente de variación.

• Promedio (\bar{X}):

Es el valor característico de una de un conjunto de datos cuantitativos, se obtiene a partir de la suma de todos los valores del conjunto de datos dividida entre el número total de elementos involucrados. El promedio se calcula con la siguiente expresión:

$$\bar{X} = \frac{x_1+x_2+\dots+x_n}{n} \dots\dots\dots (3)$$

Donde:

\bar{X} = Promedio

$x_1, x_2 \dots x_n$ = Valores individuales de las pruebas de resistencia.

n = Número de pruebas.

- **Desviación Estándar (σ):**

Es una medida de dispersión o variabilidad de los datos. Cuando la distribución de frecuencia es larga y abatida, el valor de la desviación estándar es grande lo cual indica mucha variación. Por el contrario, hay poca variación cuando los valores de resistencia se aglomeran alrededor del promedio y por ende el valor de la desviación estándar es pequeño. La desviación estándar tiene las mismas unidades del esfuerzo y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots (4)$$

Donde:

σ = Desviación Estándar

$x_1, x_2 \dots x_n$ = Valores individuales de las pruebas de resistencia.

\bar{x} = Resistencia Promedio.

n = Número de pruebas.

Para un número de muestras mayores de 30, el denominador de la fórmula anterior será n . Para un número de muestras menores de 30 el denominador será $(n-1)$ como lo es para el presente estudio.

- **Coefficiente de Variación (V):**

La desviación estándar expresada como un porcentaje de la resistencia promedio se denomina coeficiente de variación (V) y se determina mediante la siguiente fórmula:

$$V(\%) = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100 \dots\dots (5)$$

A continuación, se presenta las siguientes tablas, donde se muestra los diferentes coeficientes de variación recomendados por la Norma ACI (de concreto) que sirve como guía para el presente estudio.

Tabla N° 5 Valores de Dispersión en el Control de Concreto

DISPERSIÓN TOTAL					
CLASE DE OPERACIÓN	DESVIACIÓN STANDARD PARA DIFERENTES GRADOS DE CONTROL (kg/cm ²)				
	EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	SUFICIENTE	DEFICIENTE
Concreto en Obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> a 49.2
Concreto en Laboratorio	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> a 24.6

Fuente: (ACI-214, 1968)

Tabla N° 6 Valores de Coeficientes de Variación para diferentes grados de control

GRADO DE CONTROL	COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)
Probablemente solo obtenido en pruebas de Laboratorio bien controladas.	5
Excelente próxima a la precisión del laboratorio	10
Excelente	12
Bueno	15
Regular	18
Menos que regular	20
Malo	25

Fuente: Road Note N°04

• **Módulo de Elasticidad:**

Es la relación del esfuerzo normal a su correspondiente deformación para esfuerzos de tensión o compresión por debajo del límite elástico proporcional del material. Teniendo en cuenta lo anterior, se deduce que el Módulo de Elasticidad está representado por la pendiente de la línea recta que se forma en la zona elástica de la curva Esfuerzo – Deformación Unitaria. Para el cálculo del módulo de Elasticidad de los bloques de adobe se ha tomado como referencia lo especificado en la investigación de Jimenez & Llanos, 1985, donde emplea la siguiente expresión:

$$E = \frac{C}{\varepsilon} \dots\dots (6)$$

Donde:

E= Módulo de Elasticidad (kg/cm²)

C= Esfuerzo a la compresión en el LP(kg/cm²).

ε= Deformación Unitaria en el LP.

b) RESISTENCIA A FLEXIÓN:

La flexión de un material se analiza mediante el esfuerzo que experimenta el material en su cara longitudinal, ante una determinada carga, hasta el punto en el que la unidad ensayada falle, donde se toma el valor de la carga máxima soportada. El módulo de rotura se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$S = \frac{3W * L}{2b * d^2} \dots\dots (7)$$

Donde:

S = Resistencia a flexión del espécimen (Kg/cm²).

W = Carga máxima aplicada (Kg).

L = Distancia entre apoyos (cm)

b = Ancho promedio del espécimen en el plano de falla. (cm)

d = Espesor promedio del espécimen en el plano de falla, (cm)

El módulo de rotura del lote se determinará como el promedio de los módulos de rotura de los especímenes ensayados. (NTP. 399.613, 2003)

c) ABSORCIÓN DE AGUA

La absorción de agua se define como la cantidad de agua que absorbe la unidad a través de sus poros, saturando al material total o parcialmente.

La absorción de agua implica una alteración de las características de un espécimen o de un material. En general se reducen la resistencia y la dureza, aumentando la tenacidad. Empeoran las características dieléctricas. La absorción de agua puede significar también hinchamiento y alteración de las dimensiones. (ISO 62, 2008)

Para determinar el valor de absorción se emplea la siguiente expresión:

$$A = \frac{100 * (W_s - W_d)}{W_d} \dots\dots\dots (8)$$

Donde:

A= Absorción (%)

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

W_d= Peso seco del espécimen (Kg). *Fuente:* (NTP. 399.613, 2003)

d) SATURACIÓN TOTAL:

Este ensayo es un indicador de la durabilidad de los adobes cuando se exponen a condiciones de inundación. Las inundaciones podrían ocurrir por diversos factores climáticos como intensa lluvias, por desbordes de ríos, por resultado del rápido derretimiento de la nieve, etc. Joel Micek estableció unas calificaciones para este ensayo, las que se muestran en la Tabla N° 7.

Tabla N° 7 Calificaciones de los resultados de la prueba de Saturación.

Clasificación	Símbolo	Descripción
Despreciable	N	La unidad no muestra ningún daño visible. No hay hendiduras producidas por la presión de la inserción con un dedo.
Ligero	L	La unidad no muestra ningún daño visible, pero podría ocurrir con una ligera presión.
Moderado	M	La unidad muestra daños estructurales visibles y hendiduras con una ligera presión. El agua que queda en el tanque es de color marrón debido a la descomposición de la unidad.
Severo	S	La unidad pierde la mayor parte de sus superficies o bordes. El agua que queda en el tanque es de color marrón y fangosa por la erosión, y la unidad no puede soportar ningún tipo de presión.

Fuente: (Micek, 2006)

Para este ensayo se colocaron las unidades de adobe en bandejas con agua y se sumergen durante 24 horas, al cabo de las cuales se evalúa el deterioro de las unidades.

El desgaste del espécimen después del proceso de saturación se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$D = \frac{100 * (W_s - W_{ds})}{W_s} \dots\dots\dots (9)$$

Donde:

D= Desgaste (%)

W_s= Peso seco del espécimen (Kg)

W_{ds}= Peso seco del espécimen después del proceso de saturado(Kg)

2.2.12. TÉRMINOS BÁSICOS

- ADOBE

El termino adobe tiene varias definiciones, la más común es, ladrillo de lodo, la palabra adobe proviene del egipcio “thobe” que significa ladrillo, los adobes son quizá el material manufacturado más antiguo en el ámbito de la construcción. La técnica de elaboración de adobes consiste en la fabricación a partir de un molde, de bloques de tierra areno-arcilloso, con dimensiones que varían según el lugar.

- FIBRA DE CAUCHO

Es una fibra obtenida para el presente estudio de neumáticos usados, su forma delgada y alargada, sumada a la rugosidad de su superficie hacen que tenga una buena adherencia en la mezcla suelo- agua para la elaboración de adobes, mejorando el reparto de las tensiones de la matriz terrosa, aumentando la capacidad mecánica del adobe y reduciendo la fisuración causados por cambios de humedad y temperatura en el proceso de secado.

- VIRUTA:

Fibra delgada y enrollada que resulta del cepillado de la madera, considera un material residual de la industria maderera, no obstante, tiene variadas aplicaciones, como en el caso de la presente investigación, se utilizó como adición en los bloques de adobe, para evaluar su comportamiento ante esfuerzos y la acción del agua.

- RESISTENCIA A COMPRESIÓN:

La compresión de un material se analiza mediante el esfuerzo que experimenta el material ante una determinada carga. El valor es medido en laboratorio, mediante la máquina para ensayo a compresión, la cual emite una variación de cargas, hasta el punto en el que la unidad ensayada falla, donde se toma el valor de carga máxima soportada. Es posible también medir la deformación del espécimen, la que es obtenida con el deformímetro, medida a cada intervalo de carga.

- RESISTENCIA A FLEXIÓN:

Se denomina flexión al tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal. El término “alargado” se aplica cuando una dimensión es preponderante frente a las otras. Un caso típico son las vigas, las que están diseñadas para trabajar, principalmente, por flexión.

- ABSORCIÓN DE AGUA:

La cantidad total de agua que ingresa en un adobe medida en porcentaje se denomina absorción de agua, este valor se determina tomando el peso seco de la unidad antes de sumergirla en agua, y pesándolo nuevamente después de las 24 horas de sumergido, calculando el porcentaje de agua absorbida.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DONDE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN:

Esta investigación se desarrolló en la Región, Provincia y Distrito de Cajamarca, realizando todos ensayos en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, en las instalaciones de los laboratorios de suelos y materiales.

El periodo que abarcó la investigación corresponde desde Setiembre del 2016 a marzo del 2018.

3.2. MÉTODO Y TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

3.2.1 MÉTODO:

La metodología utilizada en el presente estudio fue la **descriptiva**, por medio de la cual se dio a conocer cada uno de los pasos y procedimientos desarrollados para determinar la variación de las propiedades físico-mecánicas del adobe tradicional en comparación con los adobes con adición de viruta y caucho.

3.2.2 TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

- Según su Propósito

El tipo de investigación fue una **investigación aplicada** ya que se analizaron datos y parámetros para el diseño y elaboración de bloques de adobe, para su aplicabilidad y uso en la construcción de viviendas, especialmente en poblaciones rurales.

- Según el Diseño de Investigación

El presente estudio es una **Investigación Experimental**, la cual consistió en evaluar los resultados de adición de fibras al adobe tradicional (viruta y caucho), en sus propiedades físico - mecánicas como son: compresión y flexión, y absorción de agua.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población:

La población de estudio está constituida por todos los Bloques de adobes elaborados en Cajamarca.

3.3.2. Muestra.

La muestra está constituida por 245 bloques de adobe elaborados con los porcentajes correspondientes de adición de fibras.

Tabla 8. Muestra de Investigación

MUESTRA	TIPO DE ADOBE
35	Adobe tradicional con adición de paja (2% en peso)
35	Adobe con adición de caucho (2% en peso)
35	Adobe con adición de caucho (3% en peso)
35	Adobe con adición de caucho (5% en peso)
35	Adobe con adición de viruta (2% en peso)
35	Adobe con adición de viruta (3% en peso)
35	Adobe con adición de viruta (5% en peso)

3.4. UNIDAD DE ESTUDIO.

La unidad de estudio es el Bloque de adobe.

▪ Dimensiones del bloque de adobe a estudiar:

Siguiendo los parámetros para las dimensiones del adobe descritos en la Norma E-080, para el presente estudio se ha considerado las siguientes dimensiones para el bloque de adobe a estudiar:

- Largo = 30 cm.
- Ancho = 15 cm.
- Espesor = 8 cm.

3.5. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación se realizó en cinco etapas que siguen una secuencia ordenada de procedimientos y normativa.

- ETAPA I: Obtención del Material (muestra de suelo).
- ETAPA II: Determinación las propiedades físicas del Suelo para su posterior clasificación.
- ETAPA III: Elaboración de bloques de Adobe.
 1. Tamizado del suelo.
 2. Obtención y Dosificación de fibras adicionantes.
 3. Mezclado
 4. Encofrado y desencofrado.
 5. Secado y almacenamiento.
- ETAPA IV: Determinación de las propiedades de los bloques de adobe.
 1. Ensayo a Compresión.
 2. Ensayo a Flexión.
 3. Absorción de agua.
 4. Saturación Total
- ETAPA V: Evaluación de la variación de las propiedades físico-mecánicas de los bloques de Adobe

4.5.1 OBTENCIÓN DEL MATERIAL

Se obtuvo el material (suelo) de la cantera ubicada en el centro poblado “Santa Bárbara Alta”.

- **Ubicación de la cantera:**
 - Departamento: Cajamarca
 - Provincia: Cajamarca
 - Distrito: Baños del Inca
 - Centro Poblado: Santa Bárbara Alta
- **Acceso a la Cantera**

Se accede por la vía de evitamiento Norte, tomando el cruce de Santa Bárbara se sigue en dirección al puente Venecia por la trocha carrozable un aproximado de 9 km hasta llegar a la cantera.

4.5.2 DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO.

3.5.2.1. Contenido de humedad

Esta prueba se realizó tomando como referencia lo establecido en la norma ASTM D2216.

Material Necesario.

- Balanza.
- Estufa.
- Espátula.
- Recipiente o tara.

Procedimiento.

Para este ensayo se tomó tres muestras del suelo para colocarlas en taras y luego se registró su peso a cada una, antes de llevarlas a la estufa por 24 horas.

Al sacar las muestras del horno se las volvió a pesar y se procesaron los resultados obtenidos para obtener el porcentaje promedio del contenido de humedad del suelo, aplicando la siguiente expresión.

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_{ms}} * 100 \quad \dots\dots\dots (10)$$

3.5.2.2. Ensayo de Granulometría.

Para este ensayo se tomó como referencia la norma ASTM D 422.

Material Necesario.

- Balanza.
- Juego de tamices.
- Cazoleta y tapa.
- Recipiente lavadero.
- Horno.

Procedimiento

Se empleó el método por lavado, para el cual se tomó 500 gramos de material seco. El ensayo consistió en lavar el material por la malla N° 200 hasta que el agua de lavado quede libre de material de limo y arcilla, luego el material retenido se llevó en una tara para ser secado en la estufa por 24 horas.

Transcurridas las 24 horas se sacó la muestra del horno y se pesó, determinando la cantidad de material perdido en el lavado. Se pasó la muestra sacada del horno por el juego de tamices (desde la malla N°4 hasta la malla N°200) pesando el material retenido en cada tamiz (PR) y se calculó los porcentajes de los pesos retenidos en cada tamiz, con la fórmula:

$$\%PR = 100 * PR / P_{ms} \quad \dots\dots\dots (11)$$

Se determinó los porcentajes de los pesos retenidos acumulados (%PAR) y se calcularon los porcentajes pasantes acumulativos por los tamices:

$$\%PASA = 100 - \%PAR \quad \dots\dots\dots (12)$$

Finalmente se dibujó la curva granulométrica en escala semilogarítmica.

3.5.2.3. Ensayo de Límites de Atterberg

- Límite Líquido:

Este ensayo se basó en la norma ASTM D4318-00.

Equipo necesario.

- Copa de Casagrande.
- Acanalador
- Espátula.
- Balanza
- Tamiz N° 40.
- Estufa.
- Tara.
- Mortero y mango.

Procedimiento

Para realizar este ensayo, se colocó aproximadamente 200 gr de muestra que pasó el tamiz N°40 en un recipiente de porcelana, se agregó una ligera cantidad de agua y se mezcló, homogenizando de tal forma que se obtuvo una masa uniforme y consistente. Se colocó una porción de la muestra en la Copa de Casagrande y con la ayuda del acanalador se dividió en dos mitades la muestra que estaba en la copa, luego se empezó a girar la manivela del equipo (a razón de 2 golpes por segundo) hasta que se cerró la ranura aproximadamente 1/2", registrándose el número de golpes en los cuales se cerró la ranura. Finalmente se tomó una porción de la muestra de suelo (del sector donde se cerró la ranura) para determinar su contenido de humedad W (%). Se repitió el ensayo dos veces más, incrementando agua en cada uno de ellos, teniendo en cuenta que el número de golpes para cerrar la ranura debe estar comprendido entre 10 y 35. Se determinó para cada ensayo su contenido de humedad y se graficó en papel semilogarítmico la curva de flujo, determinando el LL como el valor de contenido de humedad para 25 golpes del gráfico.

- Límite Plástico:

Este ensayo se basó en la norma ASTM D4318-00.

Equipo.

- Vidrio.
- Horno.
- Tamiz N° 40.
- Balanza.
- Clavo de 3mm de diámetro.
- Mortero y mango.

Procedimiento.

La muestra seca que pasa el tamiz N° 40 se colocó en un recipiente para mezclarlo con agua de tal forma que se obtuvo una masa uniforme y consistente. Se moldeó una especie de esfera con ayuda de las manos y luego se dividió la masa en tres partes. Se tomó uno de los pedazos de la masa y se rodó sobre un vidrio (con una presión uniforme y suave producida por el peso de la mano) hasta que se formó un rollito de 3mm de diámetro. Se tomó el rollito y se obtuvo su contenido de humedad. Se repitió el proceso para las otras porciones de suelo y finalmente se determinó el LP, que es el promedio de los contenidos de humedad W(%).

3.5.2.4. Clasificación del suelo.

Para clasificar el suelo se tomó referencia la clasificación de suelos SUCS (sistema unificado de clasificación de suelos).

4.5.3 ELABORACIÓN DE LOS ADOBES CON SUS RESPECTIVOS PORCENTAJES DE PAJA, VIRUTA Y CAUCHO.

Los especímenes se elaboraron con las mismas medidas y el mismo tipo de suelo, solo se variaron los porcentajes de adición de fibra.

Según la Norma (Norma E-080, 2006), el mínimo de especímenes que se deben elaborar para ensayos es de 6 unidades, pero para el presente estudio se tomó en cuenta la cantidad de 10 réplicas que se harán para cada uno de los ensayos.

Tabla 9. Réplicas y ensayos de los especímenes

Especímenes	N° de Réplicas	Ensayos
Adobe tradicional (con 2% de adición de paja)	35	Compresión, Flexión, Absorción, Saturación total.
Adobe con 2% de adición de caucho	35	Compresión, Flexión, Absorción, Saturación total.
Adobe con 3% de adición de caucho	35	Compresión, Flexión, Absorción, Saturación total.
Adobe con 5% de adición de caucho	35	Compresión, Flexión, Absorción, Saturación total.
Adobe con 2% de adición de viruta	35	Compresión, Flexión, Absorción, Saturación total.
Adobe con 3% de adición de viruta	35	Compresión, Flexión, Absorción, Saturación total.
Adobe con 5% de adición de viruta	35	Compresión, Flexión, Absorción, Saturación total.

El proceso que se siguió para la elaboración de los adobes fue el siguiente:

4.5.3.1 Tamizado del Suelo

La muestra de suelo seca se procedió a tamizarla por la malla N°4 (abertura 4.75mm) para evitar la presencia de partículas que no cumplen con la granulometría para la elaboración de los adobes.

4.5.3.2 Obtención y Dosificación de fibra

Para dosificar la cantidad de fibra a emplear previamente se pesa la cantidad de material (tierra seca) que se necesita para 5 bloques de adobe, teniendo en cuenta el peso de un solo bloque, para el que se requieren aproximadamente 6.600 kg de material. Y luego se determinó los pesos de fibra vegetal y de caucho de acuerdo a los porcentajes requeridos.

- Paja o Ichu: 2% en función al peso de material seco que se emplearía en cada adobe (6.600 kg) ya que este adobe tradicional sirve de patrón para evaluar la variación de las propiedades físico mecánicas, se optó por tomar este porcentaje por ser el que mejor resultados obtuvo en la investigación de (Estrada & Luna, 1979); cabe mencionar que la longitud del paja utilizada fue de 5 cm, tomando como referencia el mismo estudio.
- Viruta: Se empleó 2%, 3% y 5% en función al peso de material que se emplea en cada adobe. La viruta que se utilizó para la elaboración de los adobes fue de madera Tornillo.
- Fibra de caucho: La obtención de la fibra de caucho fue de neumáticos usados, las que se obtuvieron en tiras, para luego cortarlas a una longitud de 5 cm al igual que la longitud del Ichu. La dosificación fue de 2%, 3% y 5% en función al peso de material que se emplea en cada adobe

4.5.3.3 Mezclado:

Previamente se dejó remojar la tierra por 24 horas, lo cual es recomendable para facilitar el mezclado, luego de ello se procedió a adicionar las respectivas fibras en los porcentajes correspondientes, logrando una mezcla homogénea de la tierra, agua y fibra.

4.5.3.4 Encofrado y Desencofrado

Se colocó la mezcla en las adoberas correspondientes, teniendo en cuenta que se debe tomar una porción de mezcla de tal manera que con esa cantidad se llene completamente la adobera, evitando en lo posible rellenos con mezcla adicional. Se recomienda colocar aceite a la adobera en el perímetro de contacto con la mezcla para un mejor desencofrado. La mezcla que exceda la altura de la adobera se retira enrasando con una regla de madera. Para la fabricación de los moldes se hicieron adobes de prueba, ya que se consideró el encogimiento del adobe durante el secado, para que de esta manera el adobe seco corresponda a las dimensiones previstas en el diseño. Luego de un promedio de 24 horas se realizó el desencofrado retirando la adobera levantándola cuidadosamente de las agarraderas.

4.5.3.5 Secado y almacenamiento

Para el secado de los adobes se empleó una superficie horizontal, limpia y libre de impurezas orgánicas o sales. Se colocaron los adobes en una zona techada para el proceso de secado, ya que se sabe la exposición al sol de los adobes en los primeros días de haber sido fabricados es perjudicial ya que se agrietan. Después de haber transcurrido tres días del desencofrado se colocaron los adobes en posición de canto para continuar su secado de manera uniforme. Este proceso secado duró aproximadamente 60 días.

4.5.4 DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LOS ESPECÍMENES.

4.5.4.1 Ensayo de Resistencia a Compresión

Con este ensayo se busca obtener el esfuerzo de rotura de un espécimen de adobe al ser sometido a una carga uniaxial.

Los bloques que se ensayaron fueron cubos labrados cuya dimensión de arista fue de 8cm (ya que es la menor dimensión del bloque de adobe). La cantidad de especímenes ensayados fue de 10 cubos por cada porcentaje de adición. Los bloques fueron ensayados en la máquina Universal del Laboratorio de Materiales de la Facultad de Ingeniería.

Este ensayo se basó en la Norma Técnica Peruana (NTP. 399.613, 2003)

4.5.4.2 Ensayo de Resistencia a Flexión

Los especímenes que fueron sometidos a la prueba de flexión trabajan como si fueran pequeñas vigas simplemente apoyadas, a las que se les aplica una carga puntual en el centro de la luz. Los especímenes fueron ensayados con la prensa hidráulica (máquina para ensayo a flexión – Laboratorio de Materiales de la Facultad de Ingeniería).

El procedimiento que se siguió fue: se apoyó el espécimen de ensayo sobre su base, teniendo en cuenta que los apoyos sean colocados a $13 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ de cada extremo, luego se aplicó la carga en el centro del tramo, hasta el momento en que el bloque falló, tomando el registro de la carga máxima. La cantidad de especímenes que se ensayaron fueron 10 bloques de adobe por cada porcentaje de adición.

4.5.4.3 Ensayo de Absorción de Agua

Este ensayo se basó en la Norma Técnica Peruana (NTP. 399.613, 2003)

Para el procedimiento del ensayo de absorción se siguió los siguientes pasos:

Se secó los especímenes en un horno a temperatura de $110 \text{ }^\circ\text{C}$ a 115°C por no menos de 2 horas.

Después del secado, se colocó los especímenes en un ambiente ventilado a temperatura de $24 \text{ }^\circ\text{C} \pm 8^\circ\text{C}$ por un periodo de 4 horas, para determinar el peso seco del espécimen. Se sumergieron los bloques de adobe en agua fría limpia (potable) por un periodo de 24 horas.

Finalmente se retiró el espécimen y se pesó dentro de los cinco minutos siguientes luego de que fueron retirados del agua.

4.5.4.4 Ensayo de Saturación Total:

En este ensayo se colocaron las unidades de adobe en bandejas con agua y se sumergieron durante 24 horas, al cabo de las cuales se evaluó el deterioro de las unidades tal como se muestra en las figuras 22, 23 y 24 del anexo N° 3 y teniendo en cuenta la tabla N° 7 (Calificaciones de los resultados de la prueba de Saturación). Luego de esta evaluación, se colocaron los bloques en el horno a temperatura de $110 \text{ }^\circ\text{C}$ a 115°C por un periodo de 24 horas y se registró el peso seco (después del proceso de saturación) para finalmente calcular el desgaste de cada bloque de adobe. El número de especímenes ensayados fue de 5 por cada porcentaje de adición.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 CLASIFICACIÓN DEL SUELO.

Tabla 10. Resultados de los ensayos de Suelos

ENSAYO	VALOR OBTENIDO
Contenido de Humedad	11.13%
Análisis granulométrico: - Pasa la malla N°200	41.80%
- Pasa malla N°4 y retenido en malla N°200	58.20%
Límite Líquido	32%
Límite Plástico	22%
Índice de Plasticidad	10%
Clasificación SUCS	SC

De la Tabla 10 se determinó que el tipo de suelo es arena con finos, ya que más del 12% pasa la malla N°200, el índice de plasticidad es mayor a 7 y siguiendo los parámetros indicados en la Tabla N° 03 de Clasificación SUCS se afirma que se trata de un suelo **tipo SC (Areno Arcilloso)**.

Además se observa de la granulometría del suelo, que es apto para ser usado en la elaboración de adobes, cumpliendo con los parámetros que exige la Norma E-080, ver ítem 2.2.8.

4.2 DOSIFICACIÓN DE PAJA, VIRUTA Y CAUCHO PARA CADA ADOBE:

Tabla 11. Cantidades de fibra para cada adobe rectangular

PORCENTAJE	PESO DE SUELO SECO (gr)	PESO DE FIBRA (gr)
2% de Paja	6,600	132
2% de Caucho	6,600	132
3% de Caucho	6,600	198
5% de Caucho	6,600	330
2% de Viruta	6,600	132
3% de Viruta	6,600	198
5% de Viruta	6,600	330

Tabla 12. Cantidades de fibra para cada adobe cúbico.

PORCENTAJE	PESO DE SUELO SECO (gr)	PESO DE FIBRA (gr)
2% de Paja o Ichu	960	19.20
2% de Caucho	960	19.20
3% de Caucho	960	28.80
5% de Caucho	960	48.00
2% de Viruta	960	19.20
3% de Viruta	960	28.80
5% de Viruta	960	48.00

4.3 EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LAS UNIDADES DE ADOBE

4.3.1 RESISTENCIA A COMPRESIÓN

Tabla 13. Resistencia a compresión bloques de adobe tradicional

ESPECIMEN	ESFUERZO DE ROTURA (Kg/cm ²)
1	20.04
2	18.88
3	20.54
4	21.54
5	25.11
6	23.28
7	22.48
8	25.62
9	24.89
10	19.82
PROMEDIO	22.22

En la tabla N°13 se observa que los resultados de resistencia a compresión varían entre 18.88 kg/cm² y 25.62 kg/cm², el valor promedio resulta ser 22.22 kg/cm², valor que es superior a la resistencia a compresión mínima para un bloque de adobe, según lo especificado en la Norma E-080.

Tabla 14. Resistencia a compresión bloques de adobe, adición 2% de caucho

ESPECIMEN	ESFUERZO DE ROTURA (Kg/cm ²)
1	28.15
2	30.67
3	29.25
4	28.52
5	27.07
6	26.70
7	24.11
8	26.67
9	30.30
10	24.23
PROMEDIO	27.57

La tabla N°14 muestra valores de resistencia a compresión comprendidos entre 24.11 kg/cm² y 30.67 kg/cm², obteniéndose un promedio de 27.57 kg/cm², valor que comparado con el promedio de los adobes tradicionales resulta ser mayor.

Tabla 15. Resistencia a compresión bloques de adobe, adición 3% de caucho

ESPECIMEN	ESFUERZO DE ROTURA (Kg/cm ²)
1	29.35
2	25.06
3	26.56
4	24.09
5	27.93
6	28.74
7	24.92
8	25.29
9	24.04
10	22.24
PROMEDIO	25.82

En la tabla N°15 se aprecia valores de resistencia a compresión que oscilan de 22.24 kg/cm² hasta 29.35 kg/cm², registrándose un promedio de 25.82 kg/cm², valor que es superior a la resistencia promedio de los adobes tradicionales.

Tabla 16. Resistencia a compresión bloques de adobe, adición 5% de caucho

ESPECIMEN	ESFUERZO DE ROTURA (Kg/cm ²)
1	29.36
2	25.35
3	24.14
4	26.66
5	26.40
6	20.51
7	24.38
8	25.08
9	21.49
10	28.46
PROMEDIO	25.18

La tabla N°16 expone valores de resistencia a compresión entre 20.51 kg/cm² y 29.36 kg/cm², teniendo como valor promedio 25.18 kg/cm², valor que resulta ser mayor a la resistencia promedio obtenida para los adobes tradicionales.

Tabla 17. Resistencia a compresión bloques de adobe, adición 2% de viruta

ESPECIMEN	ESFUERZO DE ROTURA (Kg/cm ²)
1	30.61
2	32.47
3	30.45
4	25.35
5	32.42
6	27.44
7	26.42
8	33.65
9	30.10
10	28.63
PROMEDIO	29.75

En la tabla N°17 se muestra valores de resistencia a compresión comprendidos entre 25.35 kg/cm² y 33.65 kg/cm², con un promedio de 29.75 kg/cm², que comparado con el promedio de resistencia a compresión de los adobes tradicionales resulta ser mayor.

Tabla 18. Resistencia a compresión bloques de adobe, adición 3% de viruta

ESPECIMEN	ESFUERZO DE ROTURA (Kg/cm ²)
1	30.45
2	29.22
3	32.79
4	30.69
5	29.09
6	33.41
7	31.83
8	30.23
9	26.97
10	27.85
PROMEDIO	30.25

En tabla N°18 se puede apreciar valores de resistencia a compresión que oscilan desde 26.97 kg/cm² a 33.41 kg/cm², obteniéndose un promedio de 30.25 kg/cm², al comparar este valor con la resistencia promedio de los adobes tradicionales resulta ser superior.

Tabla 19. Resistencia a compresión bloques de adobe, adición 5% de viruta

ESPECIMEN	ESFUERZO DE ROTURA (Kg/cm ²)
1	29.40
2	26.69
3	30.48
4	28.65
5	29.08
6	28.03
7	27.17
8	24.89
9	24.23
10	25.17
PROMEDIO	27.38

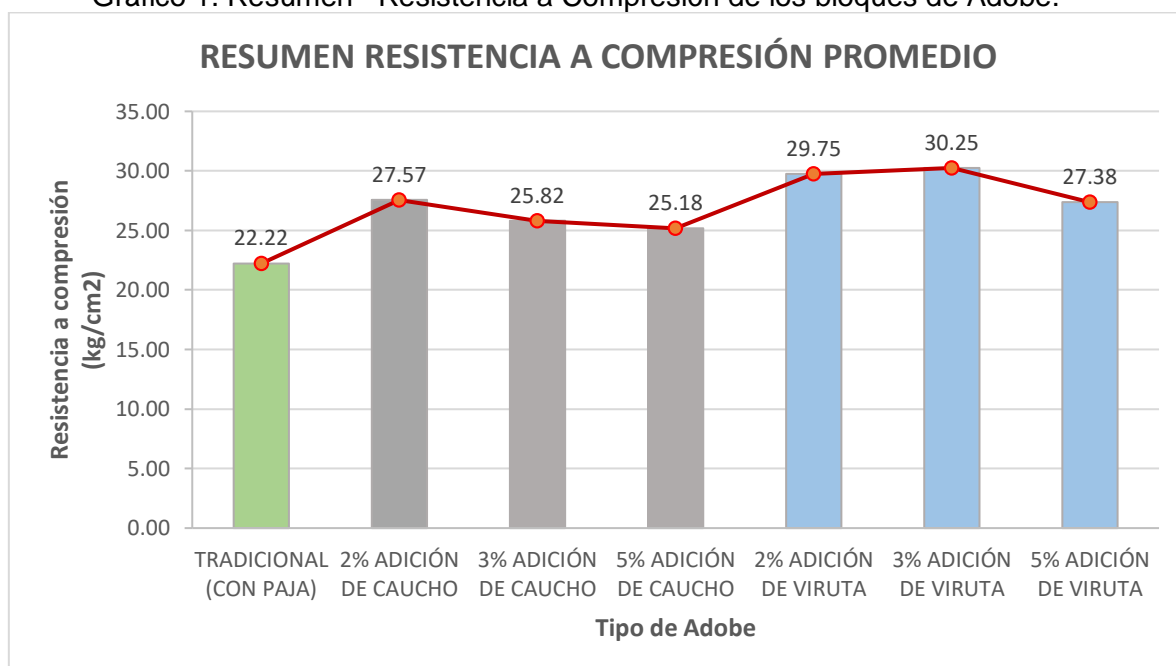
La tabla N°19 muestra valores de resistencia a compresión entre 24.23 kg/cm² y 30.48 kg/cm², con un promedio de 27.38 kg/cm², este valor resulta ser mayor a la resistencia promedio de los adobes tradicionales.

Tabla 20. Resumen Resistencia a Compresión Promedio de los bloques de Adobe.

TIPO DE ADOBE	RESISTENCIA A COMPRESIÓN PROMEDIO (Kg/cm ²)
TRADICIONAL (CON PAJA)	22.22
2% ADICIÓN DE CAUCHO	27.57
3% ADICIÓN DE CAUCHO	25.82
5% ADICIÓN DE CAUCHO	25.18
2% ADICIÓN DE VIRUTA	29.75
3% ADICIÓN DE VIRUTA	30.25
5% ADICIÓN DE VIRUTA	27.38

En la tabla N°20 se aprecia que tanto las adiciones de caucho y viruta en todos sus porcentajes alcanzan valores de resistencia a compresión superiores al del adobe tradicional, siendo la adición de 3% de viruta la que logra alcanzar la resistencia más alta.

Gráfico 1. Resumen– Resistencia a Compresión de los bloques de Adobe.



Del gráfico 1, se observa que el mejor resultado es el obtenido por el adobe al que se le incorporó 3% de viruta, cuyo valor en resistencia a compresión fue de 30.25 kg/cm², que en comparación con el adobe tradicional representa un incremento del 36% de la resistencia a compresión.

Respecto a los resultados de adición de fibra de caucho el mejor resultado es el adobe al que se le adicionó 2% de caucho, obteniéndose una resistencia a compresión de 27.57 kg/cm², que en comparación con el adobe tradicional representa un incremento del 24% de su resistencia a compresión.

Tabla 21. Evaluación estadística de los especímenes ensayados a compresión

TIPO DE ADOBE	RESISTENCIA A COMPRESIÓN PROMEDIO (Kg/cm ²)	DESVIACIÓN ESTANDAR (Kg/cm ²)	COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)
TRADICIONALES (PAJA)	22.22	2.43	10.94
ADICIÓN DE CAUCHO 2%	27.57	2.26	8.21
ADICIÓN DE CAUCHO 3%	25.82	2.28	8.81
ADICIÓN DE CAUCHO 5%	25.18	2.77	11.00
ADICIÓN DE VIRUTA 2%	29.75	2.75	9.25
ADICIÓN DE VIRUTA 3%	30.25	2.06	6.80
ADICIÓN DE VIRUTA 5%	27.38	2.11	7.71

En la Tabla 21 se puede apreciar que los valores de la desviación estándar son menores a 14.1 kg/cm², lo cual indica un grado de control excelente de acuerdo a la Norma ACI 214-77 (Ver Tabla N°05).

Respecto al coeficiente variación para la muestra de adobes tradicionales y para los adobes con adición de 2% y 3% de caucho se obtuvieron valores que son cercanos al 10%, lo que indica un grado de control excelente próximo a la precisión de laboratorio, según la Norma Road Note N°04. (Ver Tabla N° 06).

Para la muestra de adobes con adición de caucho de 5% el valor del coeficiente de variación cercano a 12% indica un grado de control excelente.

Las muestras de adobe con adición de 2% y 5% de viruta con valores de coeficiente de variación cercano a 10% determinan un grado de control excelente próximo a la precisión de laboratorio. Finalmente, la muestra de adobes con adición de 3% viruta, tiene un coeficiente de variación cercano a 5% lo que indica un grado de control probablemente obtenido en pruebas de laboratorio bien controladas.

4.3.2 RESISTENCIA A FLEXIÓN

Tabla 22. Resistencia a flexión de los bloques de adobe tradicional

ESPECIMEN	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm ²)
1	8.58
2	6.44
3	8.38
4	8.46
5	8.70
6	7.65
7	8.63
8	8.20
9	6.49
10	8.51
PROMEDIO	8.01

En la Tabla 22 se aprecia valores de resistencia a flexión de las unidades de adobes tradicionales, los cuales están comprendidos entre 6.49 kg/cm² y 8.58 kg/cm², obteniéndose un promedio de 8.01 kg/cm².

Tabla 23. Resistencia a flexión bloques de adobe, adición 2% de caucho

ESPECIMEN	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm ²)
1	8.55
2	8.23
3	7.53
4	6.46
5	7.51
6	7.36
7	7.70
8	7.67
9	7.88
10	7.49
PROMEDIO	7.64

La Tabla 23 muestra valores de resistencia a flexión que varían de 6.46 kg/cm² a 8.55 kg/cm², con un promedio de resistencia igual a 7.64 kg/cm², resultando ser menor a la resistencia promedio de los adobes tradicionales.

Tabla 24. Resistencia a flexión bloques de adobe, adición 3% de caucho

ESPECIMEN	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm ²)
1	7.61
2	7.23
3	8.87
4	8.79
5	8.36
6	9.17
7	7.60
8	8.09
9	8.04
10	8.72
PROMEDIO	8.25

La Tabla 24 expone valores de resistencia a flexión, los cuales oscilan entre 7.23 kg/cm² y 9.17 kg/cm², teniendo como valor promedio 8.25 kg/cm², que comparado con la resistencia promedio de los adobes tradicionales resulta ser mayor.

Tabla 25. Resistencia a flexión bloques de adobe, adición 5% de caucho

ESPECIMEN	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm ²)
1	7.43
2	6.77
3	6.94
4	6.95
5	7.11
6	6.81
7	8.14
8	7.26
9	6.75
10	7.58
PROMEDIO	7.17

De la Tabla 25 se observa valores de resistencia a flexión, están comprendidos entre 6.75 kg/cm² y 8.14 kg/cm², obteniéndose un promedio de 7.17 kg/cm², valor que es menor a la resistencia promedio de los adobes tradicionales.

Tabla 26. Resistencia a flexión bloques de adobe, adición 2% de viruta

ESPECIMEN	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm ²)
1	8.70
2	9.42
3	8.79
4	8.23
5	5.53
6	8.30
7	8.04
8	6.43
9	8.08
10	9.25
PROMEDIO	8.08

De la Tabla 26 se aprecia valores de resistencia a flexión que fluctúan entre 5.53 kg/cm² y 9.42 kg/cm², con un promedio de 8.08 kg/cm², valor superior a la resistencia promedio de los adobes tradicionales.

Tabla 27. Resistencia a flexión bloques de adobe, adición 3% de viruta

ESPECIMEN	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm ²)
1	7.54
2	8.39
3	9.45
4	8.20
5	8.99
6	8.40
7	8.39
8	8.44
9	6.83
10	8.86
PROMEDIO	8.35

La Tabla 27 muestra valores de resistencia a flexión que oscilan entre 6.83 kg/cm² y 9.45 kg/cm², alcanzando un promedio de 8.35 kg/cm², valor que comparado con la resistencia promedio de los adobes tradicionales resulta ser mayor.

Tabla 28. Resistencia a flexión bloques de adobe, adición 5% de viruta

ESPECIMEN	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm ²)
1	6.97
2	7.48
3	7.86
4	7.66
5	8.33
6	6.86
7	8.36
8	8.55
9	7.74
10	8.01
PROMEDIO	7.78

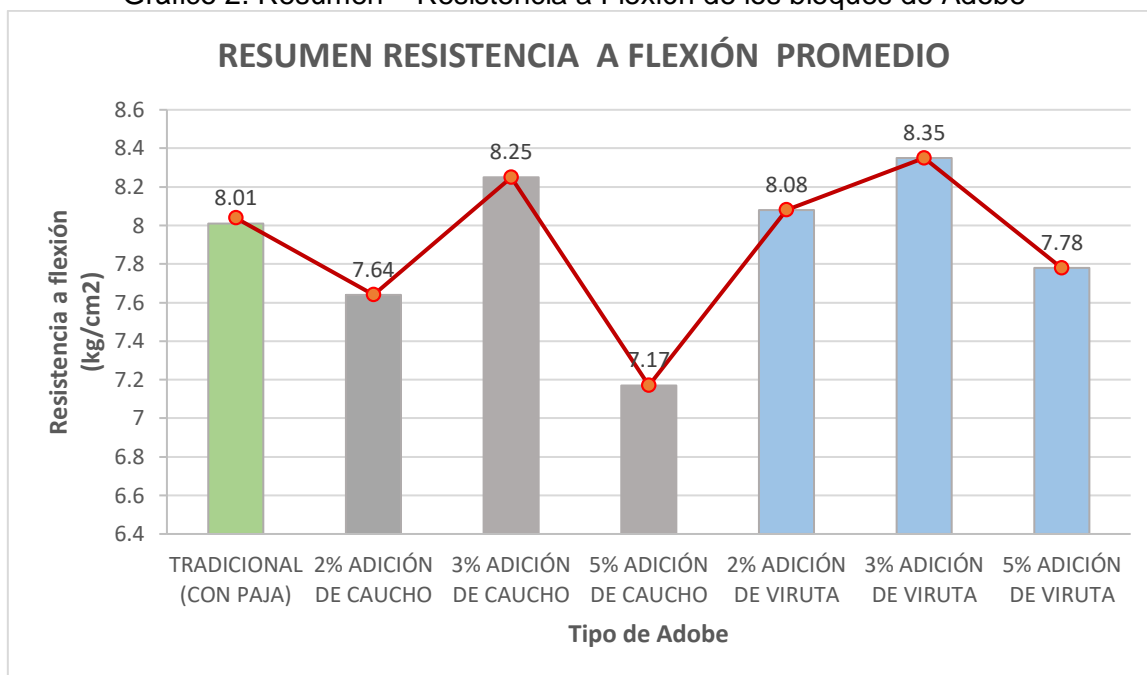
De la Tabla 28 se puede observar que los valores de resistencia a flexión están comprendidos entre 6.86 kg/cm² y 8.36 kg/cm², obteniéndose un promedio de 7.78 kg/cm², que comparando con la resistencia promedio de los adobes tradicionales resulta ser menor.

Tabla 29. Resumen -Resistencia a Flexión Promedio de los bloques de Adobe

BLOQUE DE ADOBE	RESISTENCIA A FLEXIÓN PROMEDIO (Kg/cm ²)
TRADICIONAL	8.01
2% ADICIÓN DE CAUCHO	7.64
3% ADICIÓN DE CAUCHO	8.25
4% ADICIÓN DE CAUCHO	7.17
2% ADICIÓN DE VIRUTA	8.08
3% ADICIÓN DE VIRUTA	8.35
4% ADICIÓN DE VIRUTA	7.78

De la Tabla 29 se puede afirmar que las adiciones de 3% de caucho, 2% y 5% de viruta alcanzan una resistencia a la flexión superior a la del adobe tradicional, siendo los bloques con adición de 5% de viruta los que han alcanzado la mayor resistencia.

Gráfico 2. Resumen – Resistencia a Flexión de los bloques de Adobe



Del gráfico 2, se observa que los adobes que alcanzaron resistencia más alta fueron a los que se incorporó 3% de viruta, cuyo valor en resistencia a flexión fue de 8.35 kg/cm², que en comparación con el adobe tradicional representa un incremento del 4% de la resistencia a flexión.

Respecto a los resultados de adición de fibra de caucho el mejor resultado corresponde a los adobes con 3% de adición de caucho, registrando una resistencia a la flexión de 8.25 kg/cm², que en comparación con el adobe tradicional representa un incremento del 3% en resistencia a flexión.

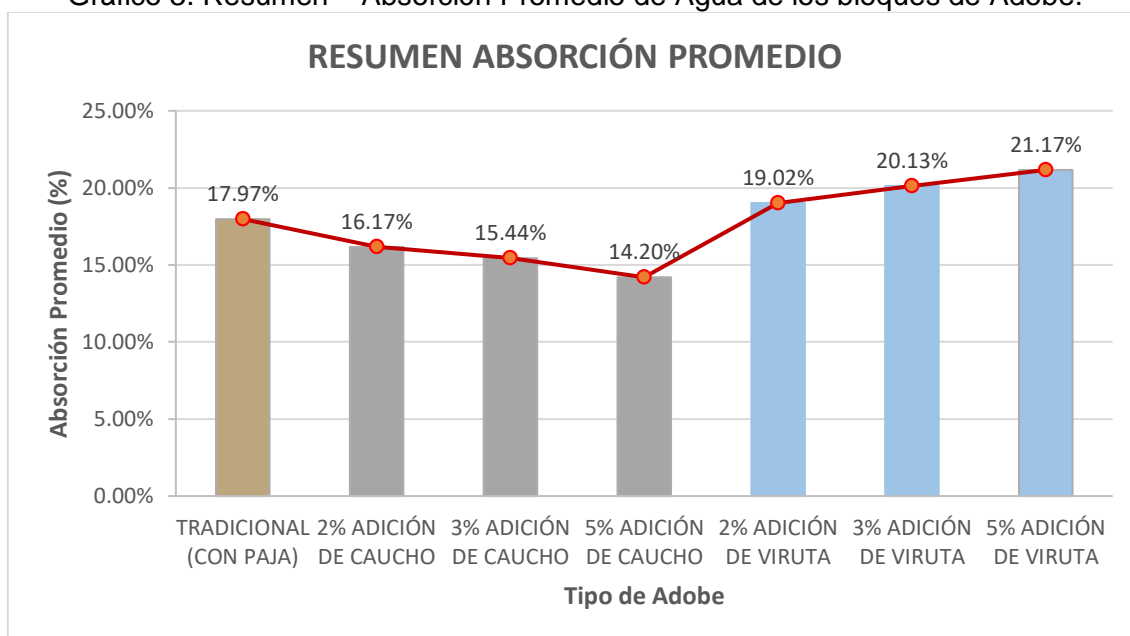
4.3.3 ABSORCIÓN DE AGUA

Los resultados que se obtuvieron en este ensayo se detallan a continuación:

Tabla 30 Resumen General – Absorción de Agua de los bloques de Adobe

TIPO DE ADOBE	ABSORCIÓN PROMEDIO (%)
TRADICIONAL	17.97%
2% ADICIÓN DE CAUCHO	16.17%
3% ADICIÓN DE CAUCHO	15.44%
5% ADICIÓN DE CAUCHO	14.20%
2% ADICIÓN DE VIRUTA	19.02%
3% ADICIÓN DE VIRUTA	20.13%
5% ADICIÓN DE VIRUTA	21.17%

Gráfico 3. Resumen – Absorción Promedio de Agua de los bloques de Adobe.



Del gráfico 3, se observa que el caso más favorable es el adobe con adición de 5% de caucho cuya variación en absorción de agua con respecto al adobe tradicional presenta de una reducción del 4% de absorción de agua. En cambio, la adición de viruta en sus tres porcentajes incrementa la absorción de agua, lo cual no es favorable para el adobe desde el punto de vista de durabilidad y estabilidad.

4.3.4 SATURACIÓN TOTAL

Tabla 31 Evaluación de bloques adobe sometidos a Saturación total

TIPO DE ADOBE	ESPECIMEN	RESULTADO	CLASIFICACIÓN
TRADICIONAL	1	L	L (Ligera)
	2	M	
	3	M	
	4	L	
	5	L	
2% ADICIÓN DE CAUCHO	1	S	S (Severa)
	2	S	
	3	M	
	4	S	
	5	M	
3% ADICIÓN DE CAUCHO	1	M	M (Moderada)
	2	L	
	3	M	
	4	M	
	5	M	
5% ADICIÓN DE CAUCHO	1	L	L (Ligera)
	2	M	
	3	M	
	4	L	
	5	L	
2% ADICIÓN DE VIRUTA	1	M	M (Moderada)
	2	M	
	3	M	
	4	L	
	5	M	
3% ADICIÓN DE VIRUTA	1	M	M (Moderada)
	2	S	
	3	M	
	4	L	
	5	M	
5% ADICIÓN DE VIRUTA	1	S	S (Severa)
	2	S	
	3	S	
	4	S	
	5	M	

De la Tabla 31 se aprecia que los adobes tradicionales presentaron una exposición ligera, las unidades de adobe no mostraron daños visibles, el agua que quedó en las bandejas mantenían su transparencia y el material que se desprendió de los bloques producto de la saturación fue mínimo.

De los bloques de adobe con adición de caucho se observó que mientras menos incorporación de adición, el daño es más severo, tal es así que los adobes con 2% de adición presentan la exposición más severa, con pérdida de superficie y bordes, el agua que queda en las bandejas se torna turbia, de color marrón, debido a la descomposición de la unidad. Por otro lado, los adobes con incorporación de 5% de caucho presentan una ligera exposición ante la saturación agua.

Se observó en los bloques de adobe con adición de viruta que mientras se va incrementando el porcentaje de adición, el comportamiento va siendo más perjudicial, de daños moderados se llega a observar daños severos, las unidades no pueden soportar ningún tipo de presión, el agua de color marrón da muestra de la descomposición del bloque adobe, observándose que los adobes con 5% de adición de viruta presentan la exposición más severa.

Tabla 32 Valores del desgaste de bloques de adobe sometidos a Saturación total

TIPO DE ADOBE	ESPECIMEN	DESGASTE (%)	DESGASTE PROMEDIO (%)
TRADICIONAL	1	2.62%	2.74%
	2	2.81%	
	3	2.68%	
	4	2.66%	
	5	2.93%	
2% ADICIÓN DE CAUCHO	1	3.83%	4.15%
	2	4.64%	
	3	4.27%	
	4	3.93%	
	5	4.09%	
3% ADICIÓN DE CAUCHO	1	3.46%	3.50%
	2	3.03%	
	3	3.45%	
	4	4.07%	
	5	3.49%	
5% ADICIÓN DE CAUCHO	1	2.29%	2.61%
	2	2.47%	
	3	3.08%	
	4	2.24%	
	5	2.96%	
2% ADICIÓN DE VIRUTA	1	3.59%	3.56%
	2	3.65%	
	3	3.75%	
	4	3.38%	
	5	3.42%	
3% ADICIÓN DE VIRUTA	1	3.82%	3.99%
	2	4.16%	
	3	4.31%	
	4	3.86%	
	5	3.77%	
5% ADICIÓN DE VIRUTA	1	4.45%	4.52%
	2	4.37%	
	3	4.66%	
	4	4.29%	
	5	4.84%	

De la tabla N°32 se puede afirmar que los adobes con 5% de adición de caucho son los que presentaron menor porcentaje de desgaste con un valor de 2.61% en comparación con los adobes tradicionales.

De las adiciones viruta, los bloques que presentaron menor desgaste frente a la saturación total fueron los bloques con 2% de adición de viruta, cuyo valor fue de 3.56%, observándose que mientras va aumentando el porcentaje de adición de viruta el desgaste de los bloques de adobe también aumenta.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

- Se cumple lo planteado en la hipótesis de investigación, ya que las propiedades físico-mecánicas han variado favorablemente con la incorporación de viruta y caucho al adobe, ya que la resistencia a compresión ha aumentado hasta en 36% en comparación al adobe tradicional (al adicionar 3% de viruta). En resistencia a flexión hubo un incremento hasta del 4% al adicionar 3% de fibra de viruta. En cuanto a la resistencia a la absorción de agua, se ha disminuido hasta en un 4% con la adición de 5% de fibra de caucho, finalmente frente a la exposición de saturación total los bloques de adobe con adición de 5% de caucho presentan ligera exposición y menor desgaste frente a los adobes tradicionales.
- Las propiedades del suelo empleado para la elaboración de los adobes cumplen con los parámetros de granulometría especificados en la norma de Adobe E. 080.
- Todos los bloques de adobes presentaron resistencias superiores a la especificada en la Norma E. 080, la cual indica como resistencia a compresión mínima 12 kg/cm².
- La resistencia más alta alcanzada en compresión corresponde a los bloques de adobes a los que se les adicionó 3% de viruta, obteniéndose una resistencia promedio de 30.25 kg/cm², que en comparación con los adobes tradicionales representa un incremento del 36% en su resistencia.
- De los bloques de adobes con incorporación de caucho, los que presentan mejor resistencia a la compresión son a los que se les adicionó 2% de caucho, con un valor promedio de resistencia a compresión de 27.57 kg/cm², que en comparación con los adobes tradicionales representa un incremento del 24% en su resistencia.
- Los adobes que presentan la resistencia más alta en flexión, son a los que se le incorporó 3% de viruta, cuyo valor promedio en resistencia a flexión fue de 8.35 kg/cm², que en comparación con el adobe tradicional representa un incremento del 4% de la resistencia a flexión.
- De los bloques con incorporación de caucho el mejor resultado en resistencia a flexión corresponde a los adobes con 3% de adición de caucho, obteniéndose

una resistencia promedio a la flexión de 8.25 kg/cm², que en comparación con el adobe tradicional representa un incremento del 3% de su resistencia a flexión.

- La absorción de agua presentada por las unidades de adobe con adición de caucho es menor al valor de un adobe tradicional, disminuyendo el porcentaje de absorción mientras se incrementa la cantidad de incorporación de caucho, presentando la menor absorción, la adición de 5% de caucho, con un valor de 14.20%, que comparado con el adobe tradicional hay una reducción de 4%. En cambio, la adición de viruta en sus tres porcentajes aumenta considerablemente el porcentaje de absorción en comparación con un adobe tradicional.
- Los bloques de adobe que presenta una exposición más favorable ante la saturación total, son los adobes con incorporación de 5% de caucho, presentando una ligera exposición ante la saturación agua y un bajo porcentaje de desgaste.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda para trabajos posteriores, realizar estudios de muros de adobes fabricados con el 3% de adición de fibra de caucho.
- Se recomienda realizar estudios sobre diseño sismo resistente de muros contruidos de adobe con adición de caucho.
- Se recomienda realizar futuras investigaciones evaluando las propiedades de los bloques de adobe con otras longitudes de fibra de caucho.
- Respecto a la adición de viruta se recomienda hacer estudios con otros espesores de esta fibra y su influencia en el adobe.

BIBLIOGRAFÍA

- ACI-214. (1968). *Práctica Recomendada para la Evaluación de Resultados de Ensayos de Compresión de concreto en el campo*. México: Azteca.
- Arteaga, K., Medina, O., & Gutiérrez, Ó. (2011). Bloque de tierra comprimida como material constructivo. *Revista Facultad de ingeniería, UPTC*, 55-68.
- ASTM. (2005). *D422*. Estados Unidos.
- ASTM. (2005). *D4318*. Estados Unidos.
- Benites Zapata, V. (2017). *Adobe estabilizado con extracto de Cabuya*. Piura: CCA.
- Blondet, M., & Vargas Neuman, J. (2015). *Casas sismorresistentes y saludables de adobe reforzado con cuerdas*. Lima-Perú.
- Cabo, M. (2011). *Ladrillo Ecológico como material sostenible para la construcción*. Navarra: Ekaina.
- Cabrera, D., & Huaynate, W. (2010). *Mejoramiento de las construcciones de adobe ante una exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Crespo Villalaz, C. (2004). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. México: Limusa.
- De la Peña, D. (1997). *Adobe características y sus principales usos en la construcción*. México: Instituto Tecnológico de la Construcción.
- Diccionario de Arquitectura y Construcción. (01 de Febrero de 2016). *Parro.com*.
Obtenido de <http://www.parro.com.ar/definicion-de-resistencia+a+la+flexi%F3n>
- Enciso, F. (01 de Febrero de 2016). *Ensayos a la Unidad de Albañilería*. Obtenido de Ensayos:
https://www.academia.edu/10643669/ensayos_a_la_unidad_de_alba%c3%91ileria_a_
- Estrada & Luna. (1979). *Estudio de la Influencia de la paja Ichu en las Propiedades del adobe*. Cajamarca.
- Flórez, C., & López, O. (2010). *Propuesta de Reforzamiento de muros de Adobe Modificado con confinamiento de madera rolliza*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- Gracomaq. (10 de Enero de 2016). *Estabilizantes para los Adobes*. Obtenido de http://www.gracomaq.net/index_archivos/estabilizantes.htm
- Igarashi, L. (2009). *Reforzamiento Estructural de Muros de Adobe*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (23 de Diciembre de 2013). *Materiales Predominantes en Viviendas*. Obtenido de <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/en-mas-de-3-millones-de-viviendas-predominan-paredes-de-materiales-vulnerables-a-movimientos-teluricos-7583/imprimir/>
- ISO 62. (2008). *Determination of water absorption*.
- Jimenez, D., & Llanos, R. (1985). *"Estudio del adobe fabricado en la ciudad de Cajamarca y su mejoramiento"*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Juárez, E., & Rico, A. (2005). *Mecánica de Suelos*. México: Limusa.
- López Gálvez, J., & Bernilla Carlos, P. (2012). *Evaluación funcional y constructiva de viviendas con adobe estabilizado en Cayaltí, Programa COBE -1976*. Lima.
- Mejía, I. (2014). *Bloque de Adobe Estabilizado y compactado en Cajamarca*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Micek, J. (2006). *Adobe Brick Design*. California.
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2010). *Manual de Construcción - Edificaciones Antisísmicas de Adobe*. Lima.

- Morales, J., Ortiz, M., & Alavéz, R. (2007). Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe compactado. *Naturalez y Desarrollo*, 41.
- Morales, R. (1993). *Manual para la construcción de Viviendas de Adobe*. Lima: UNI.
- Morales, R., & Rafael, T. (1993). *Manual para la construcción de viviendas de adobe*. Lima-Perú.
- Norma E-070. (2006). *Albañilería*. Lima- Perú.
- Norma E-080. (2006). *Adobe*. Lima-Perú.
- NTP. 339.078. (22 de Diciembre de 1999). *Norma Técnica Peruana. Resistencia a la Flexión o Módulo de rotura*. Lima- Perú: Indecopi. Obtenido de <http://ecocosas.com/arq/el-adobe/>
- NTP. 399.613. (2003). Lima-Perú.
- NTP. 399.613. (2003). *Métodos de Muestreo y ensayo de unidades de albañilería*. Lima- Perú.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (15 de Enero de 2015). *Ecología y Enseñanza Rural*. Obtenido de Centro de Investigación de Arquitectura Tradicional: <http://www.fao.org/docrep/006/w1309s/w1309s04.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (20 de Enero de 2015). *fao.org*. Obtenido de <http://www.fao.org/soils-portal/levantamiento-de-suelos/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>
- quintoemec.com. (20 de Enero de 2015). *Viruta*. Obtenido de quintoemec.wikispaces.com/.../viruta+y+tipos+de+virutas.docx
- Robles, G. P. (2007). Influencia del espesor de la junta en las propiedades mecánicas de muros de mampostería de tabique. *Tesis para optar el grado en Maestro de Ingeniería*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Solano Garcido, F., & Aliaga Diaz, E. (1993). *"Sistema constructivo con adobón in -situ utilizando refuerzos verticales y horizontales"*. Cajamarca.
- Urbano, T. (2008). *Investigación del Adobe en el Perú*. Lima: Ministerio de Vivienda y Construcción.

ANEXOS

7.1 ANEXO N°1. ENSAYOS DE SUELOS

- CONTENIDO DE HUMEDAD

Tabla 33. Contenido de Humedad Promedio

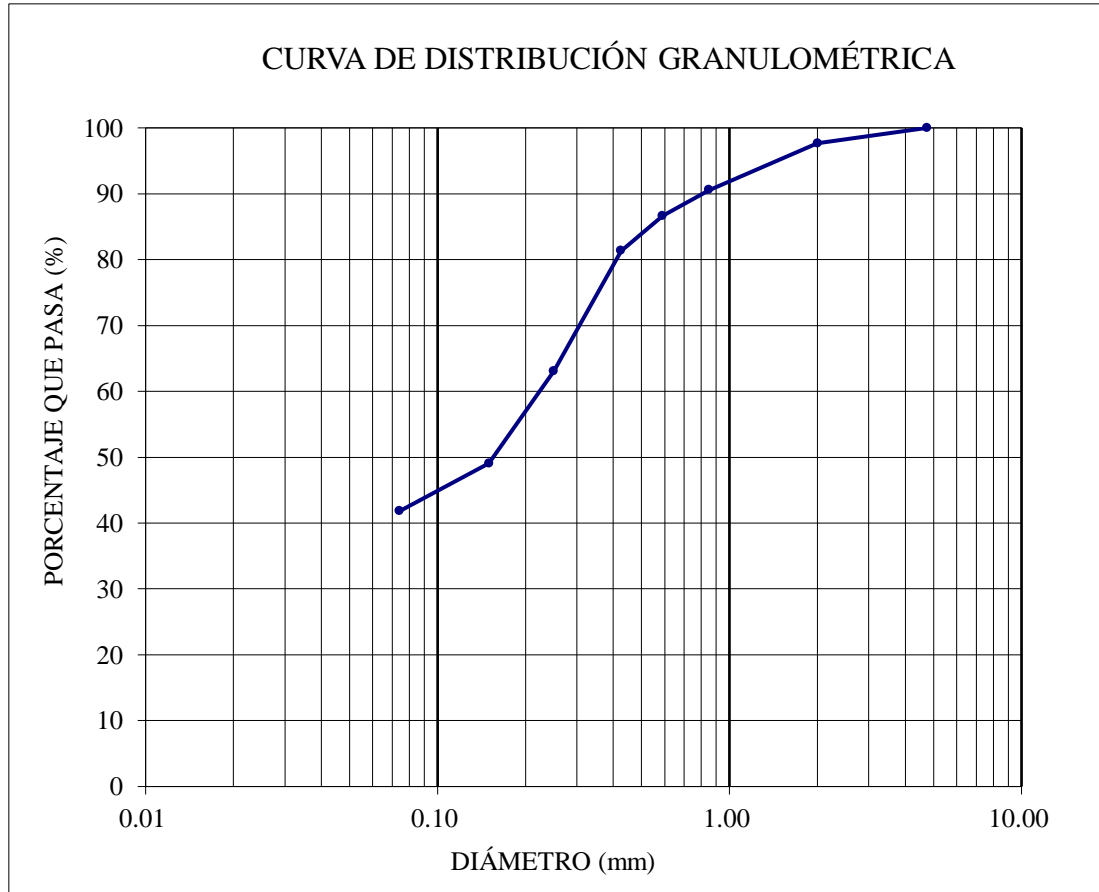
CONTENIDO DE HUMEDAD				
CALICATA	MUESTRA			
	C1	M1	M2	M3
W tara (gr)	27.50	27.30	27.90	
Wt + M. Húmeda (gr)	155.40	182.40	178.20	
Wt + M. Seca (gr)	143.20	166.20	163.10	
W agua (gr)	12.20	16.20	15.10	
W M. Seca (gr)	115.70	138.90	135.20	
W (%)	10.54	11.66	11.17	
W (%) promedio	11.13			

- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Tabla 34. Análisis Granulométrico

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO								
TAMIZ		PR	%PR	%PRA	% QUE PASA	Peso seco + tara (gr)		
N°	ABERTURA(mm)					(gr)	(gr)	
						Peso seco lav. + tara (gr)	538.00	
						Peso seco Ws (gr)	329.00	
N°4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso tara (gr)	38.00	
N° 10	2.000	11.80	2.36	2.36	97.64	Peso seco lavado (gr)	500.00	
N° 20	0.850	35.30	7.06	9.42	90.58	Pérdida por lavado (gr)	291.00	
N° 30	0.590	19.70	3.94	13.36	86.64	% QUE PASA N° 200	209.00	
N° 40	0.425	26.60	5.32	18.68	81.32	GRAVA		
N° 60	0.250	91.30	18.26	36.94	63.06	3" - N° 4		
N° 100	0.150	70.10	14.02	50.96	49.04	ARENA	GRUESA	N° 4 - N° 10
N° 200	0.074	36.20	7.24	58.20	41.80		MEDIA	N° 10 - N° 40
Cazoleta		209.00	41.80	100.00	0.00		FINA	N° 40 - N° 200
TOTAL		500.00				LIMO Y ARCILLA		< N° 200

Gráfico 4. Curva Granulométrica.



- LÍMITES DE ATTERBERG

Tabla 35. Límites de Atterberg.

LÍMITE LÍQUIDO (LL)				LÍMITE PLÁSTICO (LP)			
TARA N°	1	2	3	TARA N°	1	2	3
W tara (gr)	21.30	27.40	21.10	W tara (gr)	25.70	28.20	38.70
Wt + M. Húmeda (gr)	32.90	42.80	36.30	Wt + M. Húmeda (gr)	33.60	35.30	52.40
Wt + M. Seca (gr)	29.90	39.10	33.20	Wt + M. Seca (gr)	32.10	34.10	49.90
W agua (gr)	3.00	3.70	3.10	W agua (gr)	1.50	1.20	2.50
W M. Seca (gr)	8.60	11.70	12.10	W M. Seca (gr)	6.40	5.90	11.20
W (%)	34.88	31.62	25.62	W (%)	23	20	22
N° Golpes	23	26	28	LP	22%		

Gráfico 5. Límite Líquido

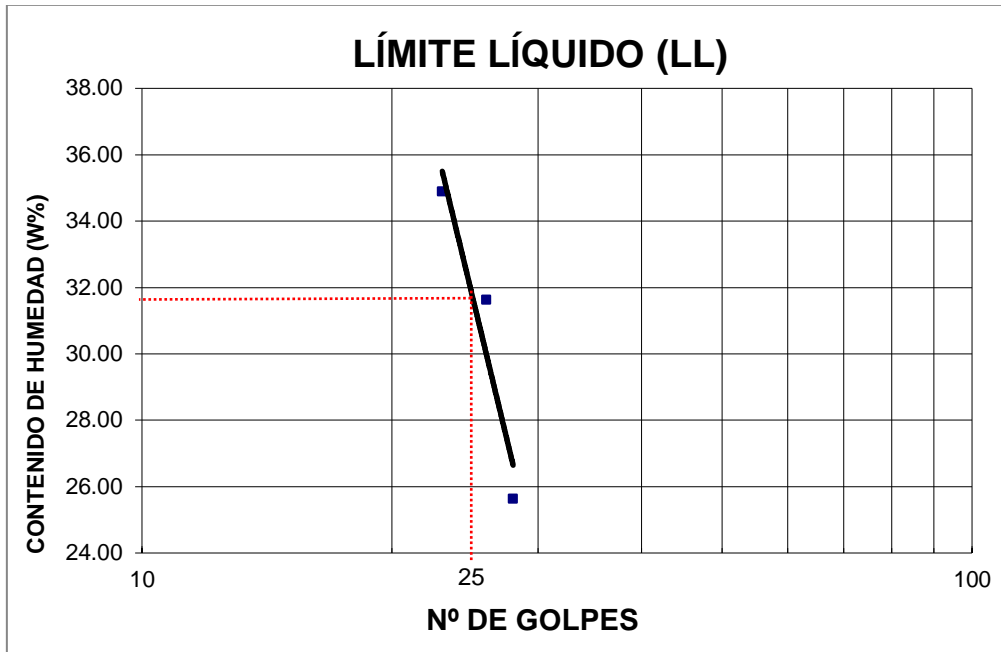


Tabla 36. Cuadro Resumen, Límites de Atterberg.

LÍMITE LÍQUIDO	32%
LÍMITE PLÁSTICO	22%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	10%

7.2 ANEXO N°2. PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS ADOBES

7.2.1 RESISTENCIA A COMPRESIÓN

7.2.1.1 ADOBES TRADICIONALES:

- N° de Especímenes (cubos): 10
- Porcentaje de Paja: 2%
- Dimensiones: 8x8x8 cm.
- Área de Sección normal a la carga: 64 cm².

Tabla 37. Resultados de Ensayo a Compresión de Adobes Tradicionales.

ESPECIMEN	CARGA (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO (Kg/cm ²)
1	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.20	0.002	3.13
	400.00	0.41	0.005	6.25
	600.00	0.65	0.008	9.38
	800.00	0.92	0.012	12.50
	1000.00	1.27	0.016	15.63
	1200.00	1.76	0.022	18.75
	1282.81	2.69	0.034	20.04
2	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.29	0.004	3.13
	400.00	0.61	0.008	6.25
	600.00	0.97	0.012	9.38
	800.00	1.39	0.017	12.50
	1000.00	1.94	0.024	15.63
	1200.00	2.98	0.037	18.75
	1208.37	3.10	0.039	18.88
3	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.22	0.003	3.13
	400.00	0.46	0.006	6.25
	600.00	0.73	0.009	9.38
	800.00	1.03	0.013	12.50
	1000.00	1.38	0.017	15.63
	1200.00	1.83	0.023	18.75
	1314.42	2.20	0.028	20.54
4	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	1.15	0.014	3.13
	400.00	1.75	0.022	6.25
	600.00	2.27	0.028	9.38
	800.00	2.77	0.035	12.50
	1000.00	3.29	0.041	15.63
	1200.00	3.88	0.049	18.75
	1378.66	4.70	0.059	21.54

Continuación:

5	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.22	0.003	3.13
	400.00	0.46	0.006	6.25
	600.00	0.71	0.009	9.38
	800.00	0.99	0.012	12.50
	1000.00	1.31	0.016	15.63
	1200.00	1.69	0.021	18.75
	1400.00	2.16	0.027	21.88
	1600.00	2.96	0.037	25.00
	1607.08	3.01	0.038	25.11
6	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.19	0.002	3.13
	400.00	0.40	0.005	6.25
	600.00	0.64	0.008	9.38
	800.00	0.93	0.012	12.50
	1000.00	1.29	0.016	15.63
	1200.00	1.79	0.022	18.75
	1400.00	2.85	0.036	21.88
	1489.81	4.11	0.051	23.28
	7	0.00	0.00	0.000
200.00		0.17	0.002	3.13
400.00		0.35	0.004	6.25
600.00		0.56	0.007	9.38
800.00		0.80	0.010	12.50
1000.00		1.08	0.013	15.63
1200.00		1.44	0.018	18.75
1400.00		2.04	0.025	21.88
1438.82		2.96	0.037	22.48
8		0.00	0.00	0.000
	200.00	0.20	0.003	3.13
	400.00	0.43	0.005	6.25
	600.00	0.68	0.009	9.38
	800.00	0.97	0.012	12.50
	1000.00	1.32	0.017	15.63
	1200.00	1.77	0.022	18.75
	1400.00	2.42	0.030	21.88
	1600.00	3.90	0.049	25.00
	1639.71	4.42	0.055	25.62

Continuación:

9	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.14	0.002	3.13
	400.00	0.29	0.004	6.25
	600.00	0.45	0.006	9.38
	800.00	0.63	0.008	12.50
	1000.00	0.83	0.010	15.63
	1200.00	1.07	0.013	18.75
	1400.00	1.39	0.017	21.88
	1592.80	1.96	0.025	24.89
10	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.23	0.003	3.13
	400.00	0.49	0.006	6.25
	600.00	0.77	0.010	9.38
	800.00	1.11	0.014	12.50
	1000.00	1.53	0.019	15.63
	1200.00	2.17	0.027	18.75
	1268.53	2.92	0.036	19.82

Gráfico 6. Familia de Curvas Esfuerzo-Deformación Unitaria de Adobes Tradicionales.

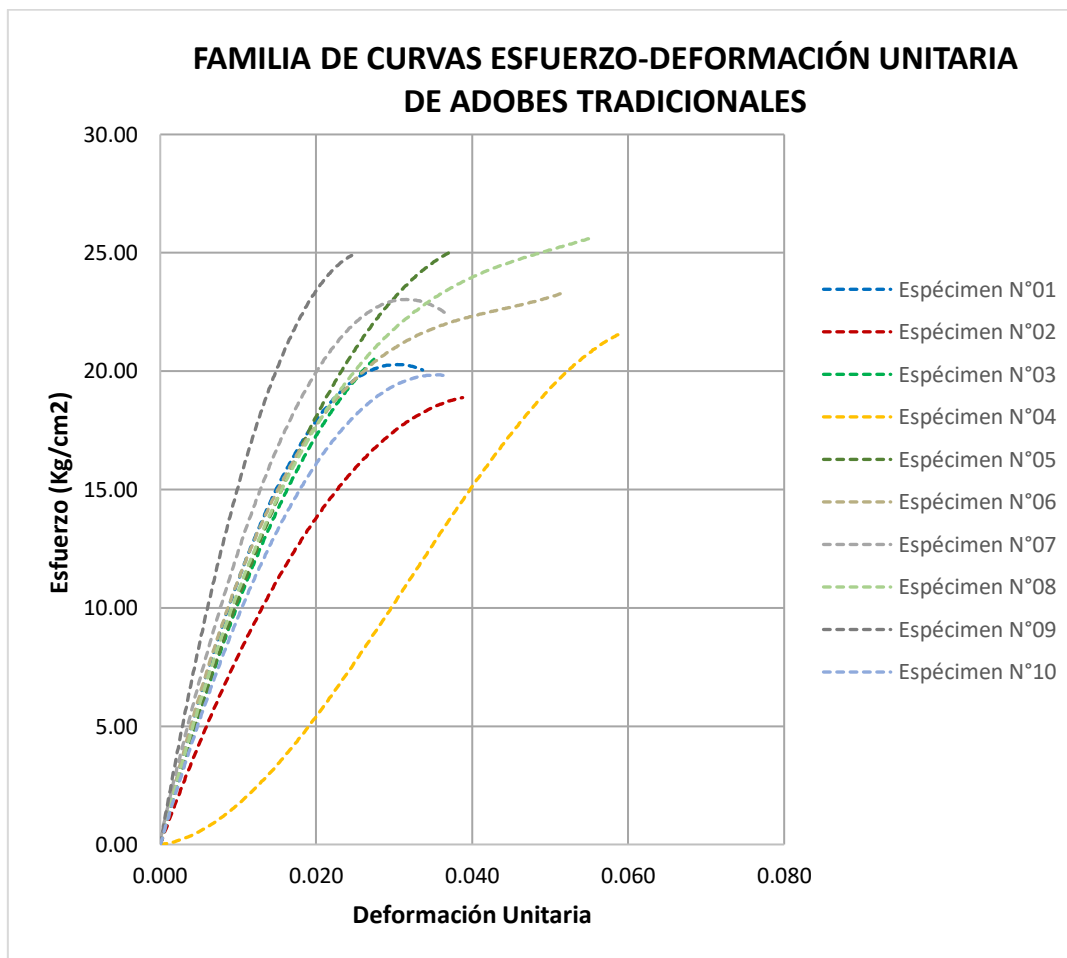


Tabla 38. Resultados Promedio del Ensayo a compresión de Adobes Tradicionales.

TIPO DE ADOBE	CARGA (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO (Kg/cm ²)
ADOBE TRADICIONAL	0.0	0.00	0.000	0.00
	200.0	0.30	0.004	3.13
	400.0	0.56	0.007	6.25
	600.0	0.84	0.011	9.38
	800.0	1.15	0.014	12.50
	1000.0	1.52	0.019	15.63
	1200.0	2.04	0.025	18.75
	1345.3	2.65	0.033	21.02
	1544.3	3.18	0.040	24.13
	1623.4	3.71	0.046	25.37

Gráfico 7. Curva Promedio Esfuerzo-Deformación Unitaria de Adobes Tradicionales.

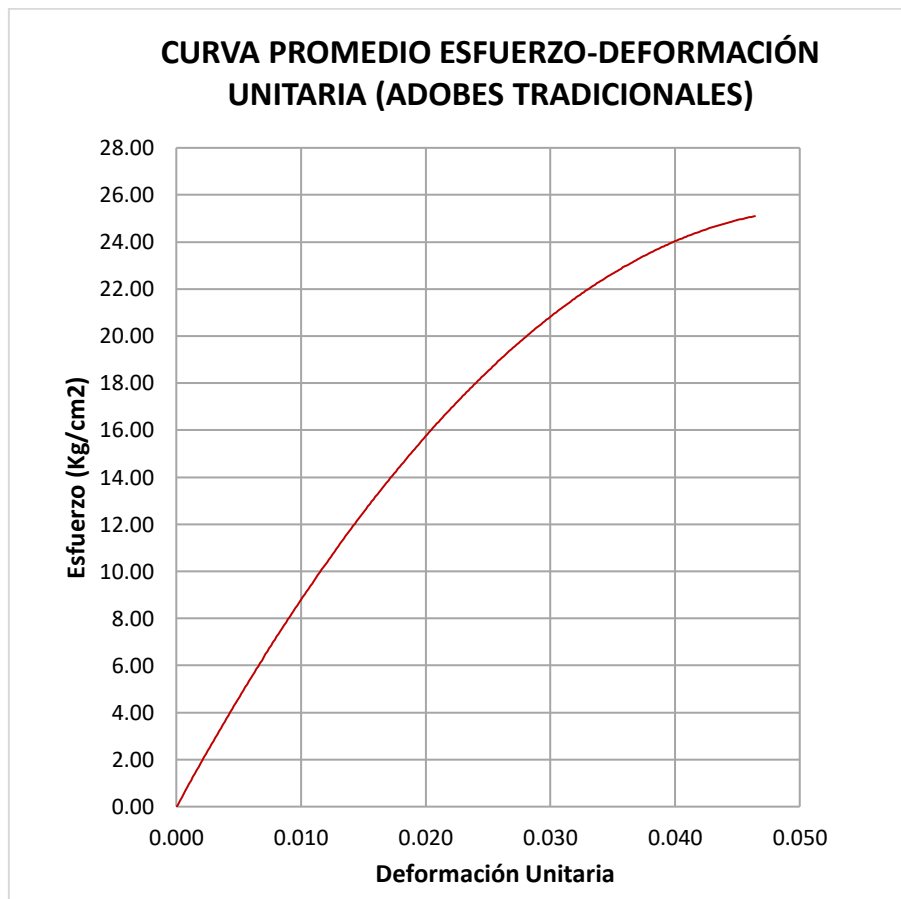


Tabla 39. Módulo de Elasticidad de Muestra de Adobes Tradicionales

TIPO ADOBE	ϵ_{LP}	σ_{LP}	E (kg/cm ²)
Tradicional (paja)	0.0176	12.92	734.09

7.2.1.2 ADOBE CON ADICIÓN DE 2% DE CAUCHO:

- N° de Especímenes (cubos): 10
- Porcentaje de caucho: 2%
- Dimensiones: 8x8x8 cm.
- Área de Sección normal a la carga: 64 cm².

Tabla 40. Resultados de Ensayo a Compresión de Adobes con Adición 2% de caucho.

ESPECIMEN	CARGA (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO (Kg/cm ²)
1	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.15	0.002	3.13
	400.00	0.31	0.004	6.25
	600.00	0.48	0.006	9.38
	800.00	0.65	0.008	12.50
	1000.00	0.85	0.011	15.63
	1200.00	1.06	0.013	18.75
	1400.00	1.29	0.016	21.88
	1600.00	1.56	0.020	25.00
	1800.00	1.89	0.024	28.13
	1801.85	1.89	0.024	28.15
2	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.12	0.001	3.13
	400.00	0.24	0.003	6.25
	600.00	0.37	0.005	9.38
	800.00	0.50	0.006	12.50
	1000.00	0.64	0.008	15.63
	1200.00	0.79	0.010	18.75
	1400.00	0.95	0.012	21.88
	1600.00	1.12	0.014	25.00
	1800.00	1.31	0.016	28.13
	1962.96	1.48	0.019	30.67
3	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.10	0.001	3.13
	400.00	0.21	0.003	6.25
	600.00	0.33	0.004	9.38
	800.00	0.45	0.006	12.50
	1000.00	0.59	0.007	15.63
	1200.00	0.75	0.009	18.75
	1400.00	0.93	0.012	21.88
	1600.00	1.15	0.014	25.00
	1800.00	1.48	0.018	28.13
	1872.21	1.71	0.021	29.25

Continuación:

4	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.13	0.002	3.13
	400.00	0.27	0.003	6.25
	600.00	0.41	0.005	9.38
	800.00	0.57	0.007	12.50
	1000.00	0.74	0.009	15.63
	1200.00	0.93	0.012	18.75
	1400.00	1.14	0.014	21.88
	1600.00	1.39	0.017	25.00
	1800.00	1.71	0.021	28.13
	1825.30	1.75	0.022	28.52
5	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.15	0.002	3.13
	400.00	0.31	0.004	6.25
	600.00	0.49	0.006	9.38
	800.00	0.67	0.008	12.50
	1000.00	0.86	0.011	15.63
	1200.00	1.08	0.013	18.75
	1400.00	1.32	0.016	21.88
	1600.00	1.59	0.020	25.00
	1732.50	1.80	0.022	27.07
	6	0.00	0.00	0.000
200.00		0.12	0.002	3.13
400.00		0.25	0.003	6.25
600.00		0.39	0.005	9.38
800.00		0.54	0.007	12.50
1000.00		0.70	0.009	15.63
1200.00		0.89	0.011	18.75
1400.00		1.11	0.014	21.88
1600.00		1.38	0.017	25.00
1709.05		1.59	0.020	26.70
7		0.00	0.00	0.000
	200.00	0.11	0.001	3.13
	400.00	0.23	0.003	6.25
	600.00	0.35	0.004	9.38
	800.00	0.50	0.006	12.50
	1000.00	0.66	0.008	15.63
	1200.00	0.85	0.011	18.75
	1400.00	1.12	0.014	21.88
	1542.84	1.48	0.019	24.11

Continuación:

8	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.14	0.002	3.13
	400.00	0.29	0.004	6.25
	600.00	0.46	0.006	9.38
	800.00	0.66	0.008	12.50
	1000.00	0.89	0.011	15.63
	1200.00	1.05	0.013	18.75
	1400.00	1.51	0.019	21.88
	1600.00	2.07	0.026	25.00
	1707.01	2.78	0.035	26.67
9	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.12	0.002	3.13
	400.00	0.25	0.003	6.25
	600.00	0.38	0.005	9.38
	800.00	0.53	0.007	12.50
	1000.00	0.69	0.009	15.63
	1200.00	0.87	0.011	18.75
	1400.00	1.07	0.013	21.88
	1600.00	1.31	0.016	25.00
	1800.00	1.64	0.021	28.13
	1939.51	2.47	0.031	30.30
10	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.19	0.002	3.13
	400.00	0.39	0.005	6.25
	600.00	0.60	0.008	9.38
	800.00	0.85	0.011	12.50
	1000.00	1.12	0.014	15.63
	1200.00	1.44	0.018	18.75
	1400.00	1.85	0.023	21.88
	1550.99	2.32	0.029	24.23

Gráfico 8. Familia de Curvas Esfuerzo-Deformación Unitaria de Adobes con Adición de 2% Caucho

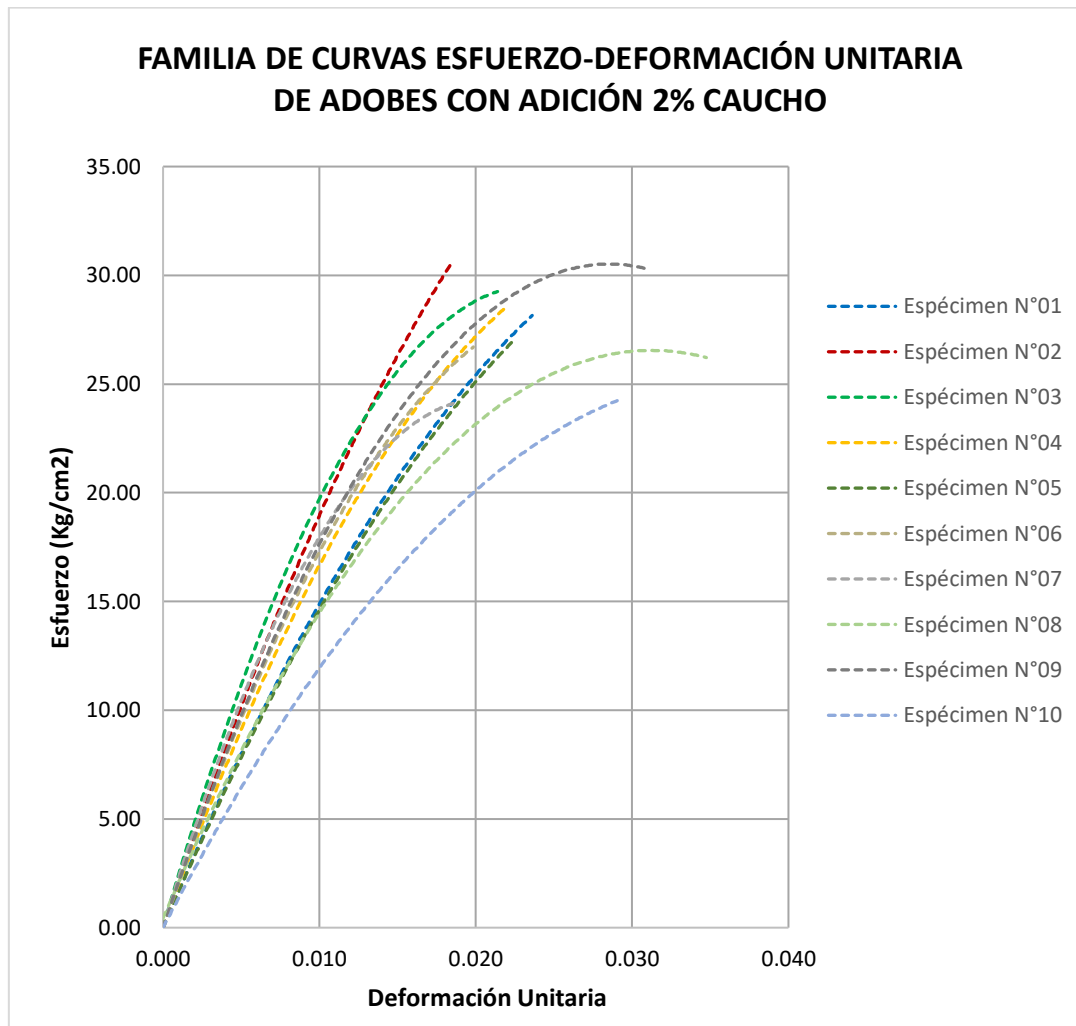


Tabla 41. Resultados Promedio del Ensayo a compresión de Adobes con Adición de 2% Caucho

TIPO DE ADOBE	CARGA (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO (Kg/cm ²)
ADICIÓN CAUCHO 2%	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.13	0.002	3.13
	400.00	0.27	0.003	6.25
	600.00	0.43	0.005	9.38
	800.00	0.59	0.007	12.50
	1000.00	0.77	0.010	15.63
	1200.00	0.97	0.012	18.75
	1400.00	1.23	0.015	21.88
	1589.38	1.54	0.019	24.83
	1768.57	1.77	0.022	27.63
	1880.36	1.86	0.023	29.38

Gráfico 9. Curva Promedio Esfuerzo-Deformación Unitaria de Adobes con Adición de 2% Caucho



Tabla 42. Módulo de Elasticidad de Muestra de Adobes con Adición de 2% Caucho

TIPO ADOBE	ϵ_{LP}	σ_{LP}	E (kg/cm ²)
Adición Caucho (2%)	0.0102	14.05	1377.45

7.2.1.3 ADOBE CON ADICIÓN DE 3% DE CAUCHO:

- N° de Especímenes (cubos): 10
- Porcentaje de caucho: 3%
- Dimensiones: 8x8x8 cm.
- Área de Sección normal a la carga: 64 cm².

Tabla 43. Resultados de Ensayo a Compresión de Adobes con Adición 3% de caucho.

ESPECIMEN	CARGA (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO (Kg/cm ²)
1	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.09	0.001	3.13
	400.00	0.19	0.002	6.25
	600.00	0.29	0.004	9.38
	800.00	0.40	0.005	12.50
	1000.00	0.53	0.007	15.63
	1200.00	0.66	0.008	18.75
	1400.00	0.82	0.010	21.88
	1600.00	1.02	0.013	25.00
	1800.00	1.30	0.016	28.13
	1878.32	1.94	0.024	29.35
2	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.20	0.002	3.13
	400.00	0.41	0.005	6.25
	600.00	0.64	0.008	9.38
	800.00	0.89	0.011	12.50
	1000.00	1.17	0.015	15.63
	1200.00	1.51	0.019	18.75
	1400.00	1.93	0.024	21.88
	1600.00	2.68	0.033	25.00
		1604.02	2.65	0.033
3	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.17	0.002	3.13
	400.00	0.35	0.004	6.25
	600.00	0.54	0.007	9.38
	800.00	0.75	0.009	12.50
	1000.00	0.98	0.012	15.63
	1200.00	1.25	0.016	18.75
	1400.00	1.57	0.020	21.88
	1600.00	2.01	0.025	25.00
		1699.87	2.24	0.028

Continuación:

4	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.14	0.002	3.13
	400.00	0.28	0.004	6.25
	600.00	0.44	0.005	9.38
	800.00	0.62	0.008	12.50
	1000.00	0.82	0.010	15.63
	1200.00	1.06	0.013	18.75
	1400.00	1.39	0.017	21.88
	1541.82	1.85	0.023	24.09
5	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.19	0.002	3.13
	400.00	0.39	0.005	6.25
	600.00	0.60	0.008	9.38
	800.00	0.83	0.010	12.50
	1000.00	1.09	0.014	15.63
	1200.00	1.38	0.017	18.75
	1400.00	1.71	0.021	21.88
	1600.00	2.14	0.027	25.00
	1787.57	2.79	0.035	27.93
6	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.12	0.001	3.13
	400.00	0.24	0.003	6.25
	600.00	0.37	0.005	9.38
	800.00	0.51	0.006	12.50
	1000.00	0.67	0.008	15.63
	1200.00	0.85	0.011	18.75
	1400.00	1.06	0.013	21.88
	1600.00	1.33	0.017	25.00
	1800.00	1.69	0.021	28.13
	1839.57	2.40	0.030	28.74
	7	0.00	0.00	0.000
200.00		0.18	0.002	3.13
400.00		0.35	0.004	6.25
600.00		0.54	0.007	9.38
800.00		0.73	0.009	12.50
1000.00		0.94	0.012	15.63
1200.00		1.17	0.015	18.75
1400.00		1.45	0.018	21.88
1594.84		1.96	0.025	24.92

Continuación:

8	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.14	0.002	3.13
	400.00	0.30	0.004	6.25
	600.00	0.46	0.006	9.38
	800.00	0.65	0.008	12.50
	1000.00	0.85	0.011	15.63
	1200.00	1.10	0.014	18.75
	1400.00	1.41	0.018	21.88
	1600.00	1.99	0.025	25.00
	1618.30	2.19	0.027	25.29
9	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.13	0.002	3.13
	400.00	0.28	0.003	6.25
	600.00	0.43	0.005	9.38
	800.00	0.61	0.008	12.50
	1000.00	0.81	0.010	15.63
	1200.00	1.05	0.013	18.75
	1400.00	1.38	0.017	21.88
	1538.76	1.85	0.023	24.04
	10	0.00	0.00	0.000
200.00		0.17	0.002	3.13
400.00		0.35	0.004	6.25
600.00		0.56	0.007	9.38
800.00		0.79	0.010	12.50
1000.00		1.06	0.013	15.63
1200.00		1.40	0.017	18.75
1400.00		1.98	0.025	21.88
1423.53		2.56	0.032	22.24

Gráfico 10. Familia de Curvas Esfuerzo-Deformación Unitaria de Adobes con Adición 3% Caucho

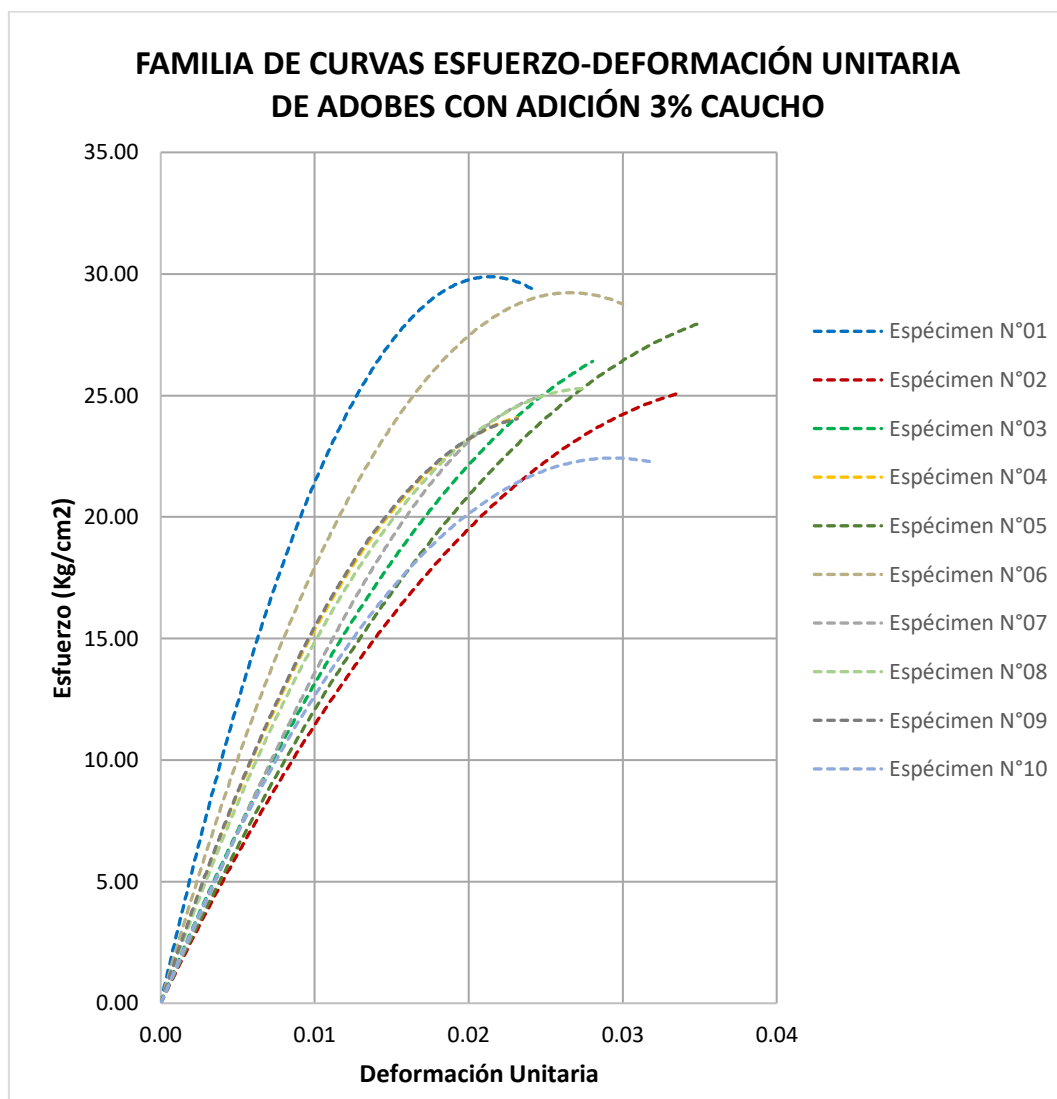


Tabla 44. Resultados Promedio de Ensayo a Compresión de Adobes con Adición 3% Caucho

TIPO DE ADOBE	CARGA (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO (Kg/cm ²)
ADICIÓN CAUCHO 3%	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.15	0.002	3.13
	400.00	0.31	0.004	6.25
	600.00	0.49	0.006	9.38
	800.00	0.68	0.009	12.50
	1000.00	0.89	0.011	15.63
	1200.00	1.14	0.014	18.75
	1400.00	1.47	0.018	21.88
	1569.89	1.94	0.024	24.53
	1718.29	2.14	0.027	26.85
	1858.95	2.17	0.027	29.05

Gráfico 11. Curva Promedio Esfuerzo-Deformación Unitaria de Adobes con Adición de 3% Caucho

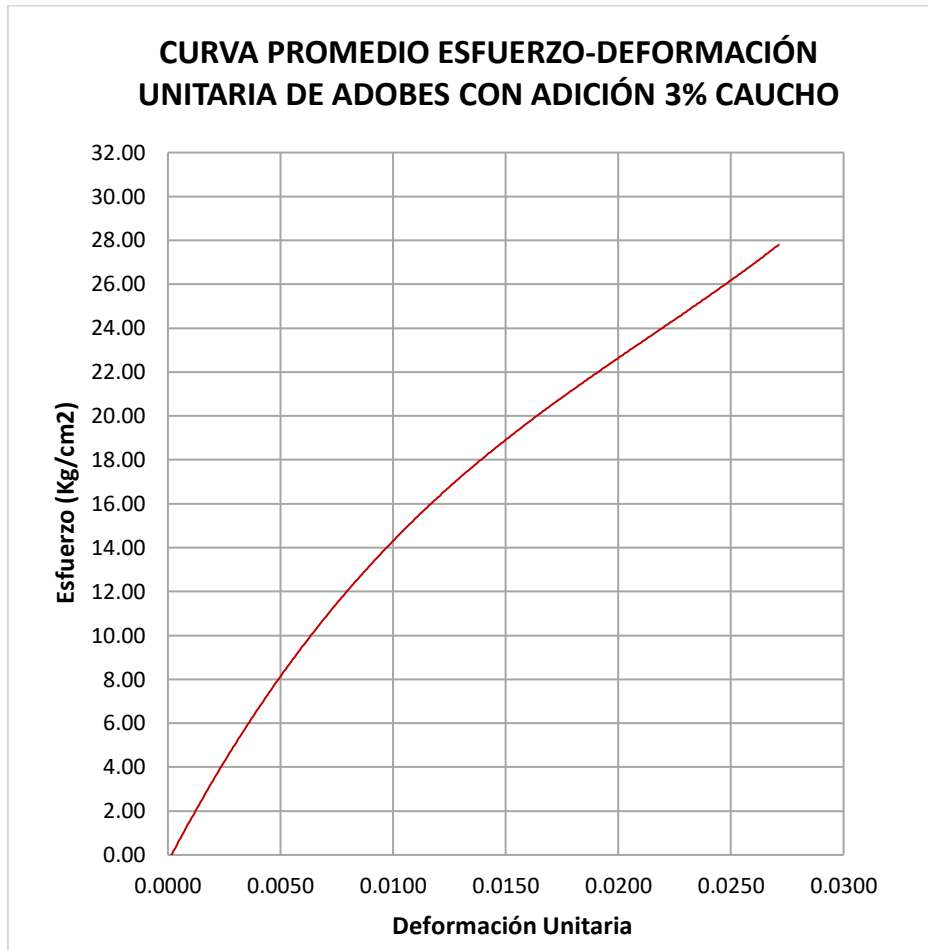


Tabla 45. Módulo de Elasticidad de Muestra de Adobes con Adición de 3% Caucho

TIPO ADOBE	ϵ_{LP}	σ_{LP}	E (kg/cm ²)
Adición Caucho (3%)	0.0089	11.49	1290.29

7.2.1.4 ADOBE CON ADICIÓN DE 5% DE CAUCHO:

- N° de Especímenes (cubos): 10
- Porcentaje de caucho: 5%
- Dimensiones: 8x8x8 cm.
- Área de Sección normal a la carga: 64 cm².

Tabla 46. Resultados de Ensayo a Compresión de Adobes con Adición 5% de caucho.

ESPECIMEN	CARGA (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO (Kg/cm ²)	
1	0.00	0.00	0.000	0.00	
	200.00	0.14	0.002	3.13	
	400.00	0.30	0.004	6.25	
	600.00	0.46	0.006	9.38	
	800.00	0.64	0.008	12.50	
	1000.00	0.83	0.010	15.63	
	1200.00	1.05	0.013	18.75	
	1400.00	1.30	0.016	21.88	
	1600.00	1.61	0.020	25.00	
	1800.00	2.07	0.026	28.13	
	1879.34	2.92	0.037	29.36	
2	0.00	0.00	0.000	0.00	
	200.00	0.22	0.003	3.13	
	400.00	0.45	0.006	6.25	
	600.00	0.70	0.009	9.38	
	800.00	0.98	0.012	12.50	
	1000.00	1.29	0.016	15.63	
	1200.00	1.65	0.021	18.75	
	1400.00	2.09	0.026	21.88	
	1600.00	2.74	0.034	25.00	
		1622.37	2.85	0.036	25.35
3	0.00	0.00	0.000	0.00	
	200.00	0.24	0.003	3.13	
	400.00	0.50	0.006	6.25	
	600.00	0.77	0.010	9.38	
	800.00	1.08	0.014	12.50	
	1000.00	1.43	0.018	15.63	
	1200.00	1.83	0.023	18.75	
	1400.00	2.35	0.029	21.88	
		1544.88	2.89	0.036	24.14

Continuación:

4	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.18	0.002	3.13
	400.00	0.37	0.005	6.25
	600.00	0.58	0.007	9.38
	800.00	0.81	0.010	12.50
	1000.00	1.06	0.013	15.63
	1200.00	1.36	0.017	18.75
	1400.00	1.71	0.021	21.88
	1600.00	2.21	0.028	25.00
	1705.99	2.70	0.034	26.66
5	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.15	0.002	3.13
	400.00	0.31	0.004	6.25
	600.00	0.49	0.006	9.38
	800.00	0.68	0.009	12.50
	1000.00	0.90	0.011	15.63
	1200.00	1.14	0.014	18.75
	1400.00	1.45	0.018	21.88
	1600.00	1.90	0.024	25.00
	1689.68	2.33	0.029	26.40
6	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.25	0.003	3.13
	400.00	0.52	0.006	6.25
	600.00	0.82	0.010	9.38
	800.00	1.16	0.015	12.50
	1000.00	1.58	0.020	15.63
	1200.00	2.17	0.027	18.75
	1312.38	2.83	0.035	20.51
7	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.19	0.002	3.13
	400.00	0.40	0.005	6.25
	600.00	0.64	0.008	9.38
	800.00	0.91	0.011	12.50
	1000.00	1.24	0.016	15.63
	1200.00	1.66	0.021	18.75
	1400.00	2.26	0.028	21.88
	1560.17	3.05	0.038	24.38

Continuación:

8	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.22	0.003	3.13
	400.00	0.45	0.006	6.25
	600.00	0.70	0.009	9.38
	800.00	0.98	0.012	12.50
	1000.00	1.29	0.016	15.63
	1200.00	1.66	0.021	18.75
	1400.00	2.13	0.027	21.88
	1600.00	2.94	0.037	25.00
	1605.04	2.98	0.037	25.08
9	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.48	0.006	3.13
	400.00	0.83	0.010	6.25
	600.00	1.15	0.014	9.38
	800.00	1.46	0.018	12.50
	1000.00	1.78	0.022	15.63
	1200.00	2.16	0.027	18.75
	1375.60	2.67	0.033	21.49
10	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.15	0.002	3.13
	400.00	0.31	0.004	6.25
	600.00	0.48	0.006	9.38
	800.00	0.68	0.008	12.50
	1000.00	0.89	0.011	15.63
	1200.00	1.14	0.014	18.75
	1400.00	1.44	0.018	21.88
	1600.00	1.84	0.023	25.00
	1800.00	2.56	0.032	28.13
	1821.22	3.36	0.042	28.46

Gráfico 12. Familia de Curvas Esfuerzo-Deformación Unitaria de Adobes con Adición de 5% Caucho

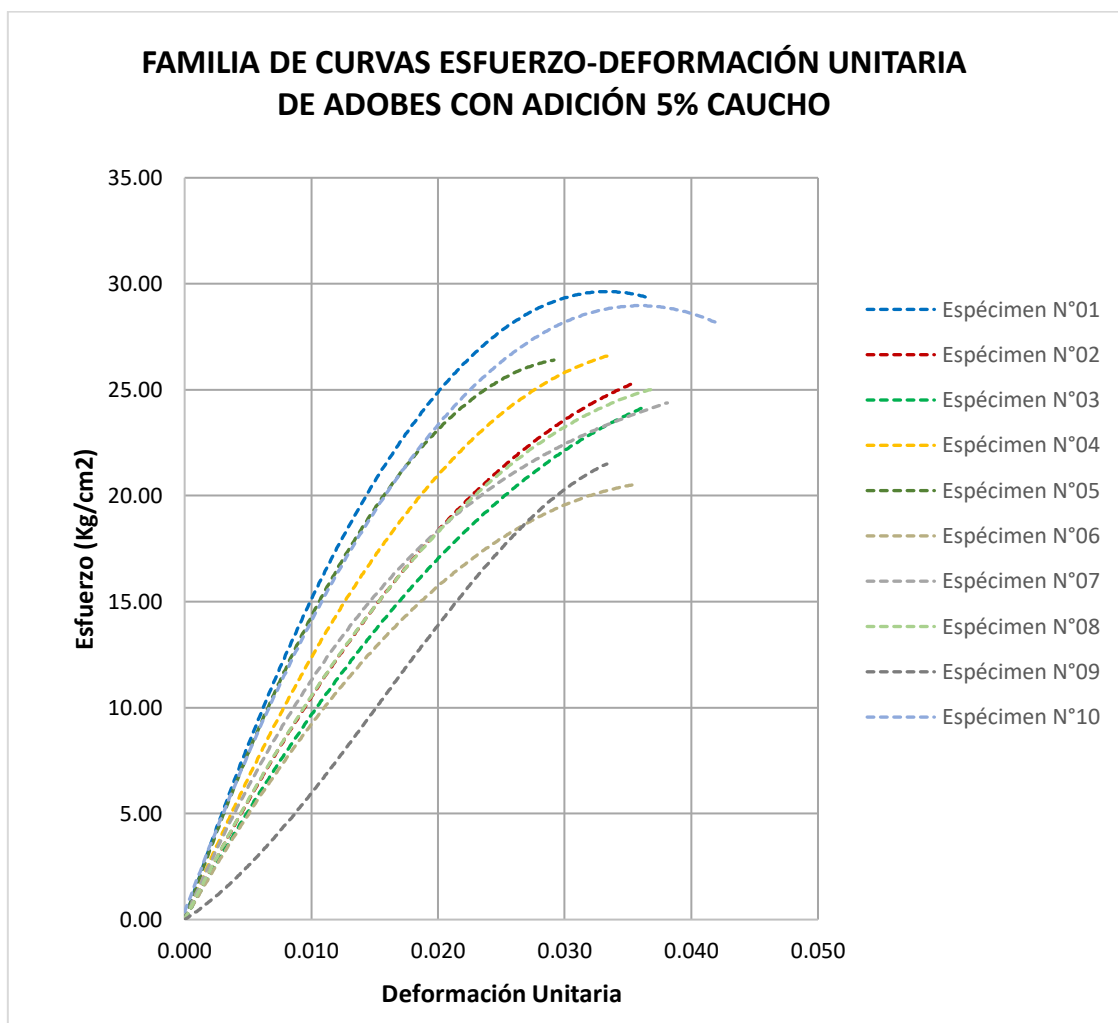


Tabla 47. Resultados Promedio del Ensayo a compresión de Adobes con Adición de 5% Caucho

TIPO DE ADOBE	CARGA (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO (Kg/cm²)
ADICIÓN CAUCHO 5%	0.00	0.00	0.0000	0.00
	200.00	0.22	0.003	3.13
	400.00	0.44	0.005	6.25
	600.00	0.68	0.009	9.38
	800.00	0.94	0.012	12.50
	1000.00	1.23	0.015	15.63
	1200.00	1.58	0.002	18.75
	1388.80	2.02	0.025	21.70
	1588.13	2.40	0.030	24.81
	1703.85	2.58	0.032	26.62
	1850.28	3.14	0.039	28.91

Gráfico 13. Curva Promedio Esfuerzo-Deformación Unitaria de Adobes con Adición de 5% Caucho

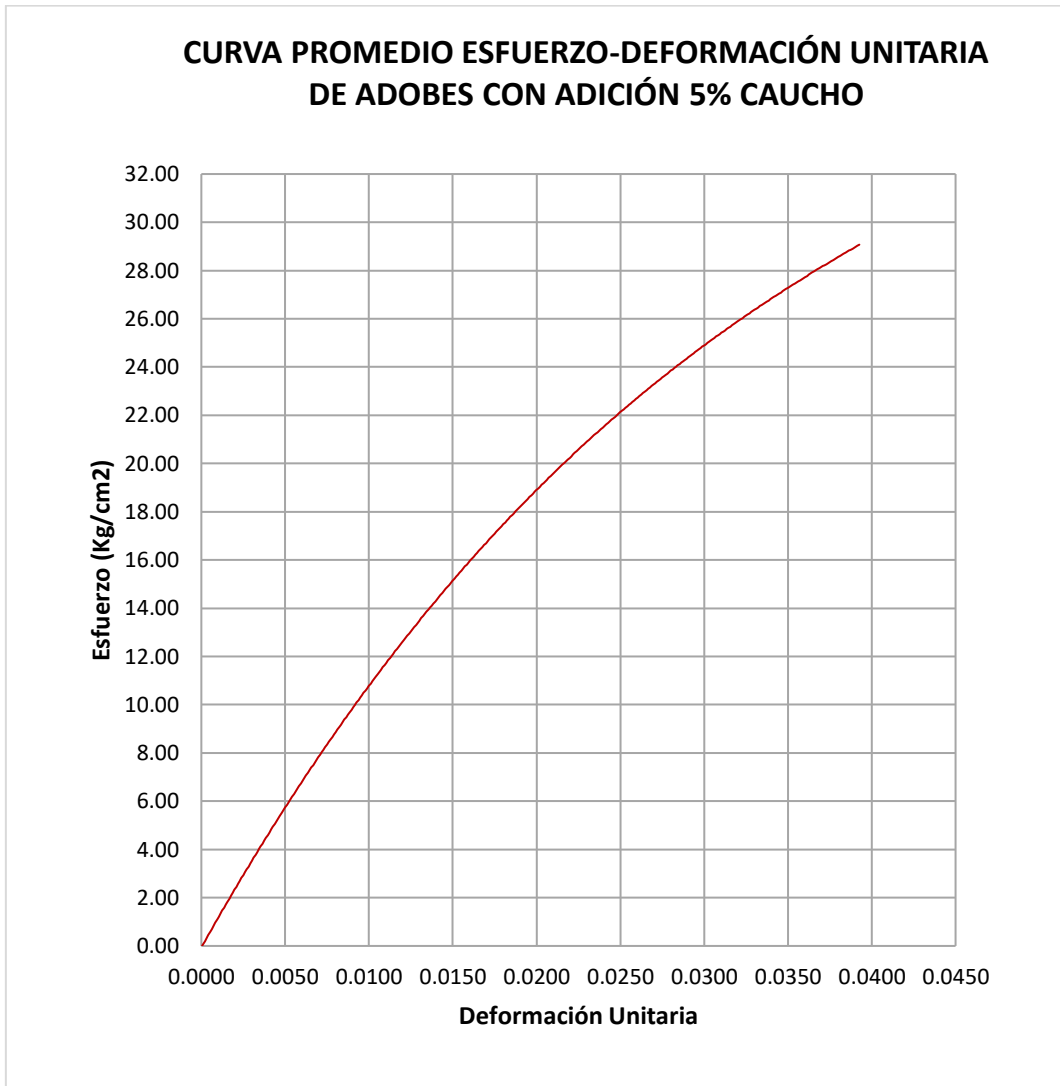


Tabla 48. Módulo de Elasticidad de Muestra de Adobes con Adición de 5% Caucho

TIPO ADOBE	ϵ_{LP}	σ_{LP}	E (kg/cm ²)
Adición Caucho (5%)	0.01637	14.498	885.64

7.2.1.5 ADOBE CON ADICIÓN DE 2% DE VIRUTA:

- N° de Especímenes (cubos): 10
- Porcentaje de viruta: 2%
- Dimensiones: 8x8x8 cm.
- Área de Sección normal a la carga: 64 cm².

Tabla 49. Resultados de Ensayo a Compresión de Adobes con Adición 2% de viruta

ESPECIMEN	CARGA (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO (Kg/cm ²)
1	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.16	0.002	3.13
	400.00	0.32	0.004	6.25
	600.00	0.50	0.006	9.38
	800.00	0.68	0.009	12.50
	1000.00	0.88	0.011	15.63
	1200.00	1.10	0.014	18.75
	1400.00	1.34	0.017	21.88
	1600.00	1.61	0.020	25.00
	1800.00	1.94	0.024	28.13
	1958.88	2.27	0.028	30.61
2	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.12	0.001	3.13
	400.00	0.24	0.003	6.25
	600.00	0.38	0.005	9.38
	800.00	0.52	0.006	12.50
	1000.00	0.67	0.008	15.63
	1200.00	0.83	0.010	18.75
	1400.00	1.00	0.013	21.88
	1600.00	1.20	0.015	25.00
	1800.00	1.43	0.018	28.13
	2000.00	1.71	0.021	31.25
		2078.19	1.85	0.023
3	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.10	0.001	3.13
	400.00	0.20	0.002	6.25
	600.00	0.31	0.004	9.38
	800.00	0.43	0.005	12.50
	1000.00	0.56	0.007	15.63
	1200.00	0.70	0.009	18.75
	1400.00	0.86	0.011	21.88
	1600.00	1.06	0.013	25.00
	1800.00	1.32	0.017	28.13
		1948.68	1.72	0.021

Continuación:

4	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.16	0.002	3.13
	400.00	0.36	0.005	6.25
	600.00	0.59	0.007	9.38
	800.00	0.84	0.011	12.50
	1000.00	1.13	0.014	15.63
	1200.00	1.49	0.019	18.75
	1400.00	1.96	0.025	21.88
	1600.00	2.77	0.035	25.00
	1622.37	2.93	0.037	25.35
5	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.09	0.001	3.13
	400.00	0.18	0.002	6.25
	600.00	0.27	0.003	9.38
	800.00	0.37	0.005	12.50
	1000.00	0.48	0.006	15.63
	1200.00	0.60	0.008	18.75
	1400.00	0.74	0.009	21.88
	1600.00	0.89	0.011	25.00
	1800.00	1.09	0.014	28.13
	2000.00	1.37	0.017	31.25
	2075.13	1.93	0.024	32.42
6	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.19	0.002	3.13
	400.00	0.40	0.005	6.25
	600.00	0.60	0.008	9.38
	800.00	0.82	0.010	12.50
	1000.00	1.05	0.013	15.63
	1200.00	1.28	0.016	18.75
	1400.00	1.53	0.019	21.88
	1600.00	1.79	0.022	25.00
	1755.96	2.01	0.025	27.44
7	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.14	0.002	3.13
	400.00	0.29	0.004	6.25
	600.00	0.44	0.006	9.38
	800.00	0.62	0.008	12.50
	1000.00	0.81	0.010	15.63
	1200.00	1.04	0.013	18.75
	1400.00	1.31	0.016	21.88
	1600.00	1.71	0.021	25.00
	1690.70	2.04	0.025	26.42

Continuación:

8	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.13	0.002	3.13
	400.00	0.27	0.003	6.25
	600.00	0.42	0.005	9.38
	800.00	0.57	0.007	12.50
	1000.00	0.74	0.009	15.63
	1200.00	0.93	0.012	18.75
	1400.00	1.13	0.014	21.88
	1600.00	1.36	0.017	25.00
	1800.00	1.64	0.020	28.13
	2000.00	2.00	0.025	31.25
	2153.65	2.50	0.031	33.65
9	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.14	0.002	3.13
	400.00	0.29	0.004	6.25
	600.00	0.45	0.006	9.38
	800.00	0.63	0.008	12.50
	1000.00	0.82	0.010	15.63
	1200.00	1.02	0.013	18.75
	1400.00	1.26	0.016	21.88
	1600.00	1.55	0.019	25.00
	1800.00	1.94	0.024	28.13
	1926.25	2.35	0.029	30.10
	10	0.00	0.00	0.000
200.00		0.23	0.003	3.13
400.00		0.47	0.006	6.25
600.00		0.72	0.009	9.38
800.00		0.98	0.012	12.50
1000.00		1.25	0.016	15.63
1200.00		1.53	0.019	18.75
1400.00		1.83	0.023	21.88
1600.00		2.14	0.027	25.00
1800.00		2.48	0.031	28.13
1832.44		2.54	0.032	28.63

Gráfico 14. Familia de Curvas Esfuerzo-Deformación Unitaria de Adobes con Adición de 2% Viruta

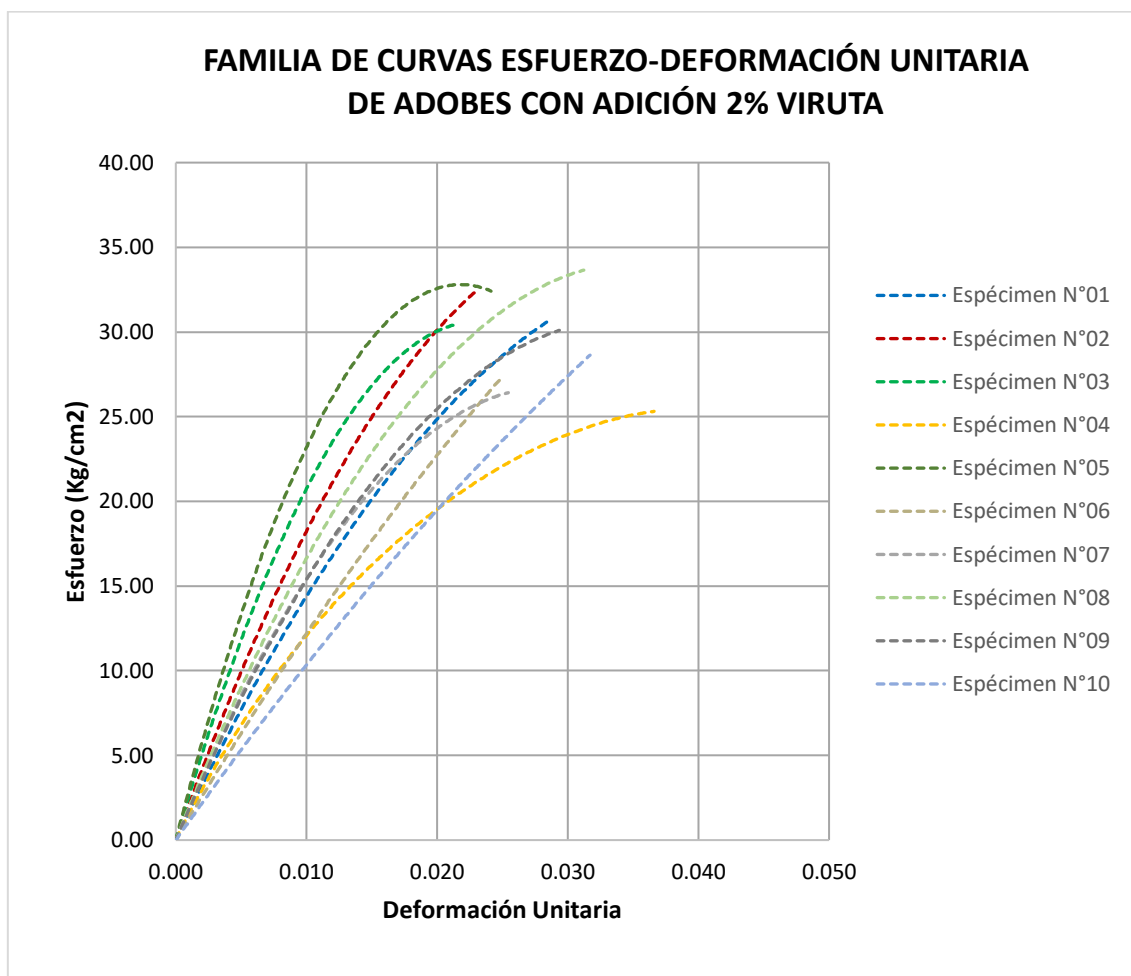


Tabla 50. Resultados Promedio del Ensayo a compresión de Adobes con Adición de 2% Viruta

TIPO DE ADOBE	CARGA (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO (Kg/cm²)
ADICIÓN VIRUTA 2%	0.0	0.00	0.000	0.00
	200.0	0.15	0.002	3.13
	400.0	0.30	0.004	6.25
	600.0	0.47	0.006	9.38
	800.0	0.65	0.008	12.50
	1000.0	0.84	0.010	15.63
	1200.0	1.05	0.013	18.75
	1400.0	1.30	0.016	21.88
	1600.00	1.61	0.020	25.00
	1766.90	1.88	0.023	27.61
	1952.32	1.99	0.025	30.51
	2102.32	2.09	0.026	32.85

Gráfico 15. Curva Promedio Esfuerzo-Deformación Unitaria de Adobes con Adición de 2% Viruta

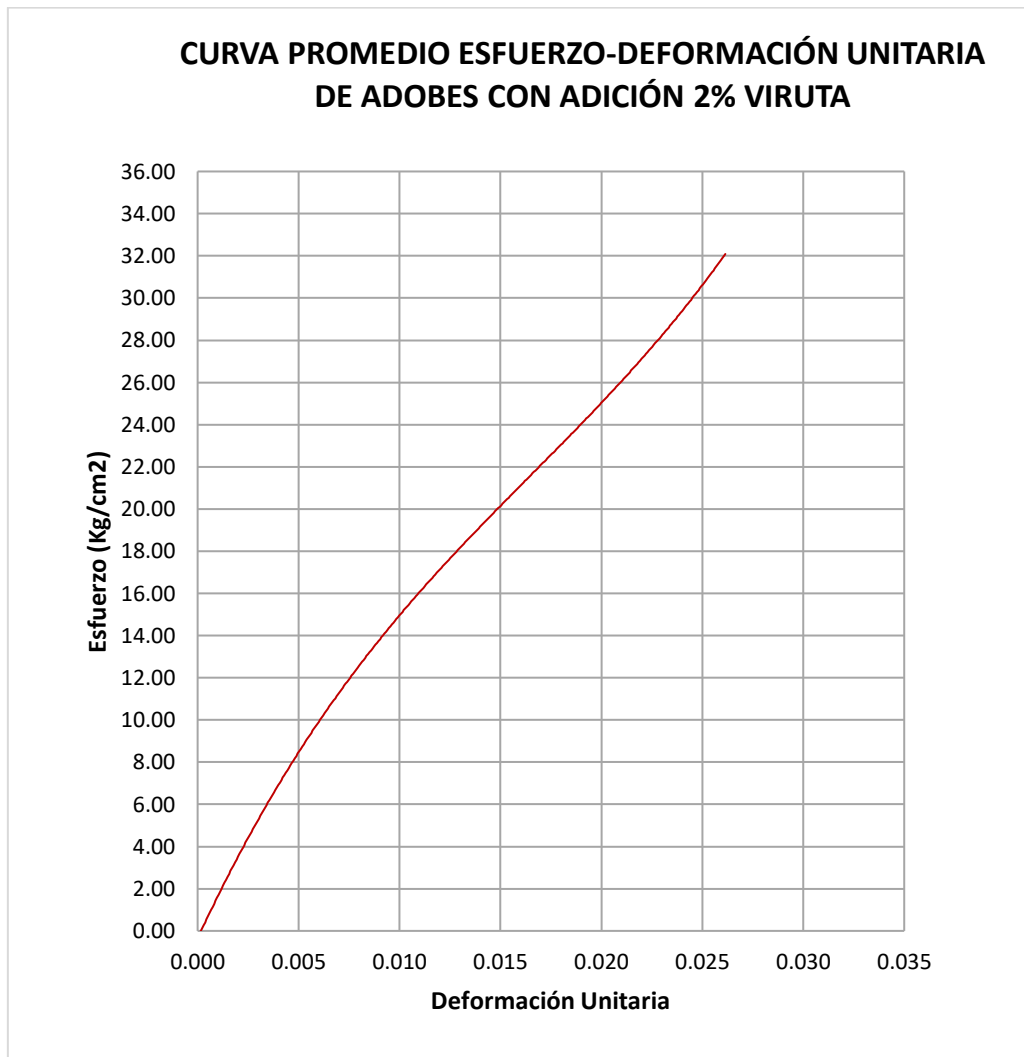


Tabla 51. Módulo de Elasticidad de Muestra de Adobes con Adición de 2% Viruta

TIPO ADOBE	ϵ_{LP}	σ_{LP}	E (kg/cm ²)
Adición Viruta (2%)	0.0158	17.89	1132.28

7.2.1.6 ADOBE CON ADICIÓN DE 3% DE VIRUTA:

- N° de Especímenes (cubos): 10
- Porcentaje de viruta: 3%
- Dimensiones: 8x8x8 cm.
- Área de Sección normal a la carga: 64 cm².

Tabla 52. Resultados de Ensayo a Compresión de Adobes con Adición 3% de viruta

ESPECIMEN	CARGA (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO (Kg/cm ²)
1	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.14	0.002	3.13
	400.00	0.28	0.004	6.25
	600.00	0.44	0.006	9.38
	800.00	0.61	0.008	12.50
	1000.00	0.79	0.010	15.63
	1200.00	1.00	0.012	18.75
	1400.00	1.23	0.015	21.88
	1600.00	1.51	0.019	25.00
	1800.00	1.89	0.024	28.13
	1948.68	2.46	0.031	30.45
2	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.16	0.002	3.13
	400.00	0.34	0.004	6.25
	600.00	0.53	0.007	9.38
	800.00	0.73	0.009	12.50
	1000.00	0.95	0.012	15.63
	1200.00	1.20	0.015	18.75
	1400.00	1.49	0.019	21.88
	1600.00	1.84	0.023	25.00
	1800.00	2.38	0.030	28.13
	1870.17	2.74	0.034	29.22
3	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.19	0.002	3.13
	400.00	0.39	0.005	6.25
	600.00	0.59	0.007	9.38
	800.00	0.82	0.010	12.50
	1000.00	1.05	0.013	15.63
	1200.00	1.31	0.016	18.75
	1400.00	1.60	0.020	21.88
	1600.00	1.92	0.024	25.00
	1800.00	2.30	0.029	28.13
	2000.00	2.78	0.035	31.25
	2098.58	3.11	0.039	32.79

Continuación:

4	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.12	0.001	3.13
	400.00	0.24	0.003	6.25
	600.00	0.37	0.005	9.38
	800.00	0.51	0.006	12.50
	1000.00	0.66	0.008	15.63
	1200.00	0.83	0.010	18.75
	1400.00	1.02	0.013	21.88
	1600.00	1.25	0.016	25.00
	1800.00	1.55	0.019	28.13
	1963.98	1.98	0.025	30.69
5	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.16	0.002	3.13
	400.00	0.32	0.004	6.25
	600.00	0.49	0.006	9.38
	800.00	0.66	0.008	12.50
	1000.00	0.84	0.011	15.63
	1200.00	1.03	0.013	18.75
	1400.00	1.23	0.015	21.88
	1600.00	1.43	0.018	25.00
	1800.00	1.65	0.021	28.13
	1862.01	1.72	0.022	29.09
6	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.15	0.002	3.13
	400.00	0.30	0.004	6.25
	600.00	0.46	0.006	9.38
	800.00	0.63	0.008	12.50
	1000.00	0.81	0.010	15.63
	1200.00	1.01	0.013	18.75
	1400.00	1.22	0.015	21.88
	1600.00	1.47	0.018	25.00
	1800.00	1.75	0.022	28.13
	2000.00	2.09	0.026	31.25
	2138.35	2.41	0.030	33.41

Continuación:

7	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.29	0.004	3.13
	400.00	0.59	0.007	6.25
	600.00	0.91	0.011	9.38
	800.00	1.24	0.016	12.50
	1000.00	1.60	0.020	15.63
	1200.00	1.98	0.025	18.75
	1400.00	2.40	0.030	21.88
	1600.00	2.86	0.036	25.00
	1800.00	3.39	0.042	28.13
	2000.00	4.02	0.050	31.25
	2037.40	4.15	0.052	31.83
8	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.13	0.002	3.13
	400.00	0.27	0.003	6.25
	600.00	0.42	0.005	9.38
	800.00	0.58	0.007	12.50
	1000.00	0.75	0.009	15.63
	1200.00	0.95	0.012	18.75
	1400.00	1.17	0.015	21.88
	1600.00	1.44	0.018	25.00
	1800.00	1.80	0.023	28.13
	1934.41	2.27	0.028	30.23
	9	0.00	0.00	0.000
200.00		0.19	0.002	3.13
400.00		0.40	0.005	6.25
600.00		0.62	0.008	9.38
800.00		0.86	0.011	12.50
1000.00		1.12	0.014	15.63
1200.00		1.43	0.018	18.75
1400.00		1.79	0.022	21.88
1600.00		2.29	0.029	25.00
1726.39		2.81	0.035	26.97
10	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.19	0.002	3.13
	400.00	0.40	0.005	6.25
	600.00	0.62	0.008	9.38
	800.00	0.86	0.011	12.50
	1000.00	1.13	0.014	15.63
	1200.00	1.43	0.018	18.75
	1400.00	1.78	0.022	21.88
	1600.00	2.24	0.028	25.00
	1782.47	2.96	0.037	27.85

Gráfico 16. Familia de Curvas Esfuerzo-Deformación Unitaria de Adobes con Adición de 3% Viruta

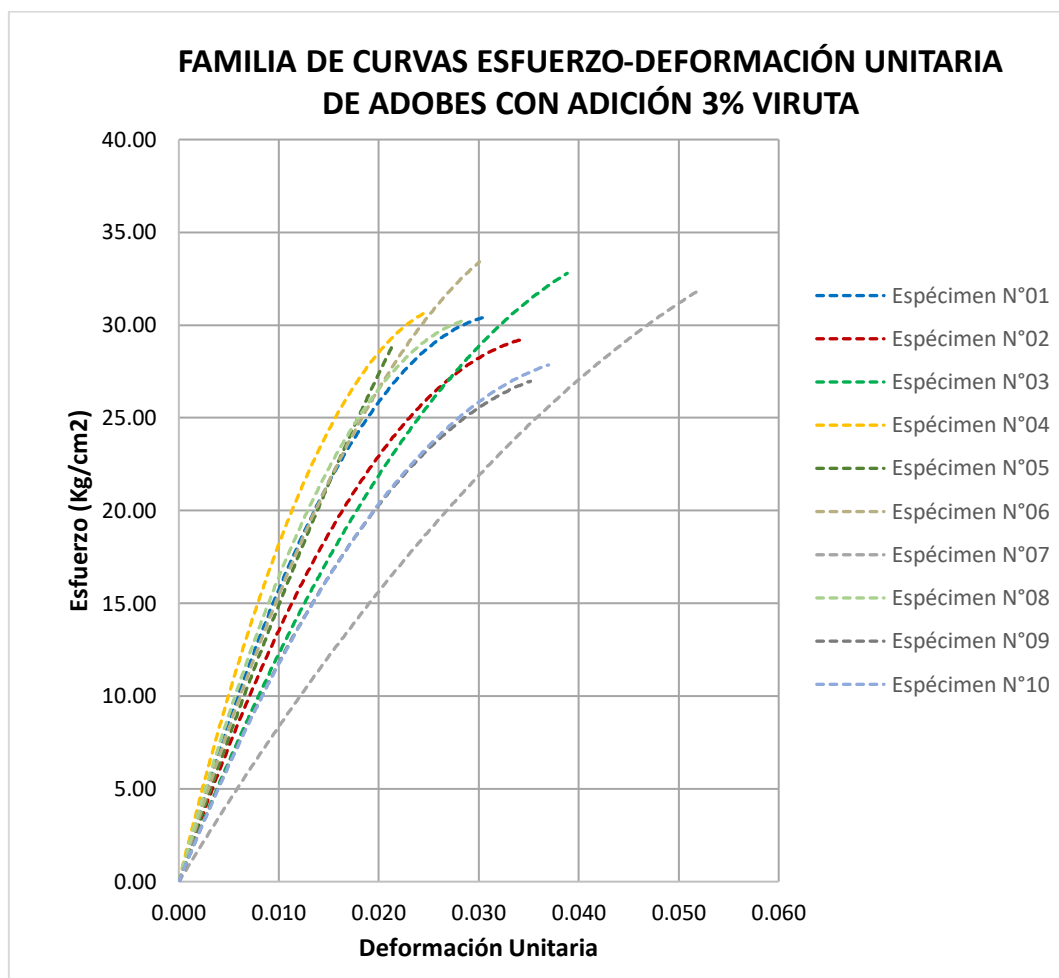


Tabla 53. Resultados Promedio del Ensayo a compresión de Adobes con Adición de 3% Viruta

TIPO DE ADOBE	CARGA (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO (Kg/cm ²)
ADICIÓN VIRUTA 3%	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.17	0.002	3.13
	400.00	0.35	0.004	6.25
	600.00	0.54	0.007	9.38
	800.00	0.75	0.009	12.50
	1000.00	0.97	0.012	15.63
	1200.00	1.22	0.015	18.75
	1400.00	1.49	0.019	21.88
	1600.00	1.82	0.023	25.00
	1790.89	2.25	0.028	27.98
	1947.41	2.51	0.031	30.43
	2091.45	3.22	0.040	32.68

Gráfico 17. Curva Promedio Esfuerzo-Deformación Unitaria de Adobes con Adición de 3% Viruta

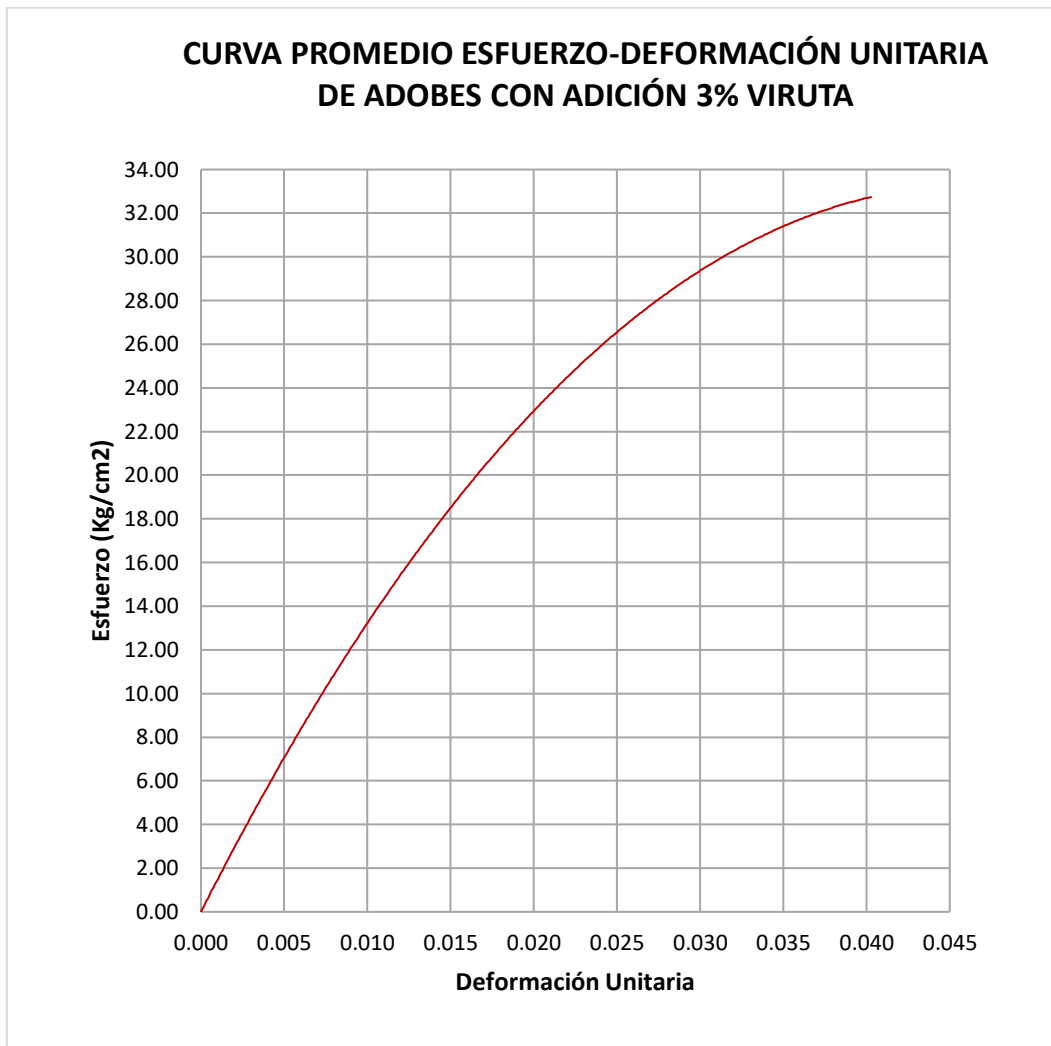


Tabla 54. Módulo de Elasticidad de Muestra de Adobes con Adición de 3% Viruta

TIPO ADOBE	ϵ_{LP}	σ_{LP}	E (kg/cm ²)
Adición Viruta (3%)	0.01492	17.21	1153.49

7.2.1.7 ADOBE CON ADICIÓN DE 5% DE VIRUTA:

- N° de Especímenes (cubos): 10
- Porcentaje de viruta: 5%
- Dimensiones: 8x8x8 cm.
- Área de Sección normal a la carga: 64 cm².

Tabla 55. Resultados de Ensayo a Compresión de Adobes con Adición 5% de viruta

ESPECIMEN	CARGA (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO (Kg/cm ²)
1	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.13	0.002	3.13
	400.00	0.27	0.003	6.25
	600.00	0.42	0.005	9.38
	800.00	0.59	0.007	12.50
	1000.00	0.77	0.010	15.63
	1200.00	0.97	0.012	18.75
	1400.00	1.20	0.015	21.88
	1600.00	1.48	0.019	25.00
	1800.00	1.90	0.024	28.13
	1881.38	2.67	0.033	29.40
2	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.17	0.002	3.13
	400.00	0.34	0.004	6.25
	600.00	0.53	0.007	9.38
	800.00	0.73	0.009	12.50
	1000.00	0.96	0.012	15.63
	1200.00	1.21	0.015	18.75
	1400.00	1.50	0.019	21.88
	1600.00	1.86	0.023	25.00
		1708.03	2.11	0.026
3	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.15	0.002	3.13
	400.00	0.30	0.004	6.25
	600.00	0.46	0.006	9.38
	800.00	0.63	0.008	12.50
	1000.00	0.82	0.010	15.63
	1200.00	1.02	0.013	18.75
	1400.00	1.23	0.015	21.88
	1600.00	1.48	0.018	25.00
	1800.00	1.76	0.022	28.13
		1950.72	2.01	0.025

Continuación:

4	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.15	0.002	3.13
	400.00	0.32	0.004	6.25
	600.00	0.49	0.006	9.38
	800.00	0.68	0.009	12.50
	1000.00	0.89	0.011	15.63
	1200.00	1.13	0.014	18.75
	1400.00	1.40	0.018	21.88
	1600.00	1.75	0.022	25.00
	1800.00	2.30	0.029	28.13
	1833.46	2.47	0.031	28.65
5	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.18	0.002	3.13
	400.00	0.38	0.005	6.25
	600.00	0.59	0.007	9.38
	800.00	0.81	0.010	12.50
	1000.00	1.06	0.013	15.63
	1200.00	1.34	0.017	18.75
	1400.00	1.66	0.021	21.88
	1600.00	2.05	0.026	25.00
	1800.00	2.61	0.033	28.13
	1860.99	2.90	0.036	29.08
6	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.13	0.002	3.13
	400.00	0.27	0.003	6.25
	600.00	0.41	0.005	9.38
	800.00	0.57	0.007	12.50
	1000.00	0.75	0.009	15.63
	1200.00	0.95	0.012	18.75
	1400.00	1.19	0.015	21.88
	1600.00	1.49	0.019	25.00
	1793.69	2.05	0.026	28.03
	7	0.00	0.00	0.000
200.00		0.14	0.002	3.13
400.00		0.28	0.004	6.25
600.00		0.44	0.006	9.38
800.00		0.61	0.008	12.50
1000.00		0.80	0.010	15.63
1200.00		1.02	0.013	18.75
1400.00		1.29	0.016	21.88
1600.00		1.64	0.021	25.00
1738.62		2.10	0.026	27.17

Continuación:

8	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.11	0.001	3.13
	400.00	0.24	0.003	6.25
	600.00	0.37	0.005	9.38
	800.00	0.52	0.006	12.50
	1000.00	0.68	0.009	15.63
	1200.00	0.88	0.011	18.75
	1400.00	1.14	0.014	21.88
	1592.80	1.59	0.020	24.89
9	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.18	0.002	3.13
	400.00	0.37	0.005	6.25
	600.00	0.58	0.007	9.38
	800.00	0.82	0.010	12.50
	1000.00	1.09	0.014	15.63
	1200.00	1.41	0.018	18.75
	1400.00	1.83	0.023	21.88
	1550.99	2.44	0.030	24.23
10	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.23	0.003	3.13
	400.00	0.47	0.006	6.25
	600.00	0.73	0.009	9.38
	800.00	1.02	0.013	12.50
	1000.00	1.35	0.017	15.63
	1200.00	1.73	0.022	18.75
	1400.00	2.22	0.028	21.88
	1600.00	3.05	0.038	25.00
	1611.16	3.14	0.039	25.17

Gráfico 18. Familia de Curvas Esfuerzo-Deformación Unitaria de Adobes con Adición de 5% Viruta

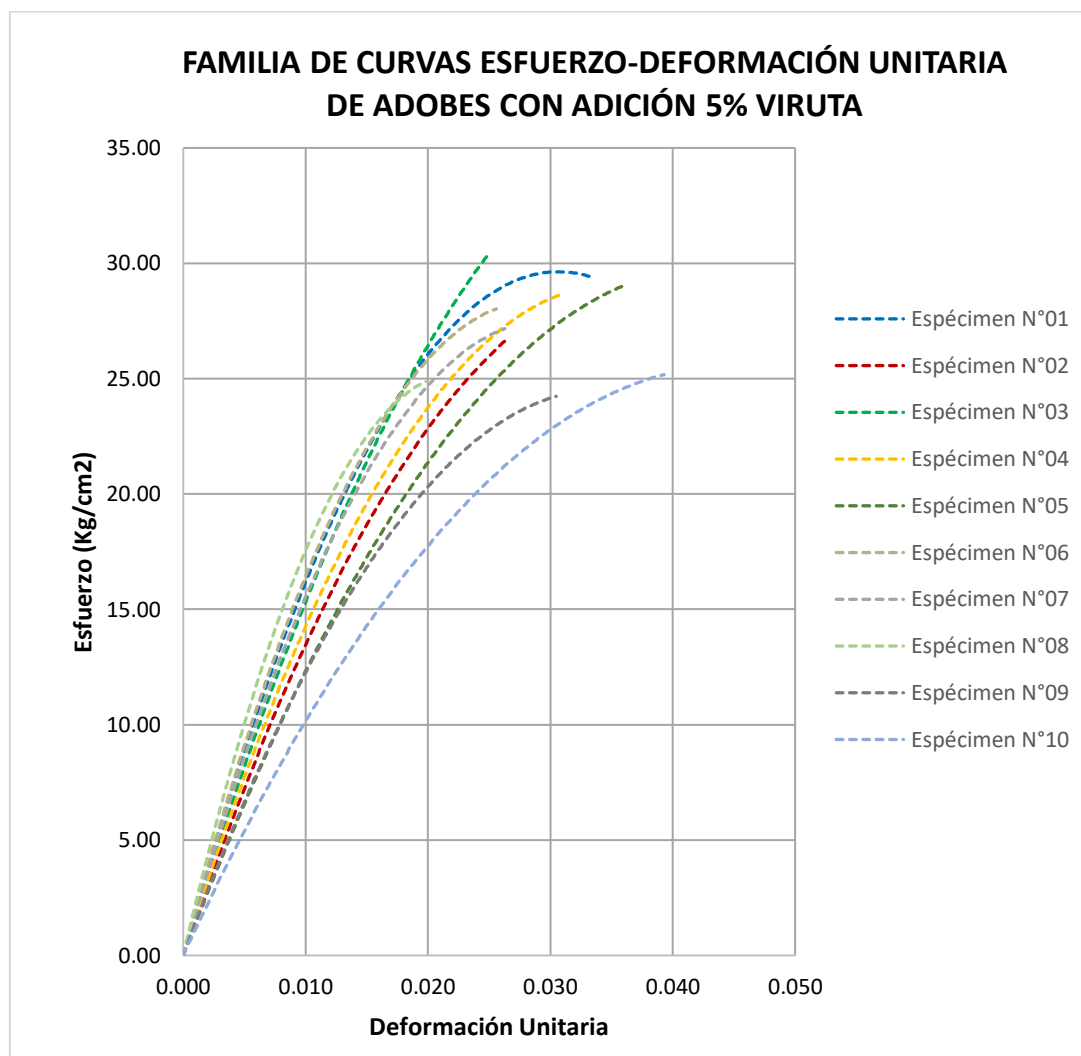


Tabla 56. Resultados Promedio del Ensayo a compresión de Adobes con Adición de 5% Viruta

TIPO DE ADOBE	CARGA (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO (Kg/cm²)
ADICIÓN VIRUTA 5%	0.00	0.00	0.000	0.00
	200.00	0.16	0.002	3.13
	400.00	0.32	0.004	6.25
	600.00	0.50	0.006	9.38
	800.00	0.70	0.009	12.50
	1000.00	0.92	0.011	15.63
	1200.00	1.16	0.015	18.75
	1400.00	1.47	0.018	21.88
	1594.38	1.88	0.024	24.91
	1756.44	2.25	0.028	27.44
	1881.64	2.51	0.031	29.40

Gráfico 19. Curva Promedio Esfuerzo-Deformación Unitaria de Adobes con Adición de 5% Viruta

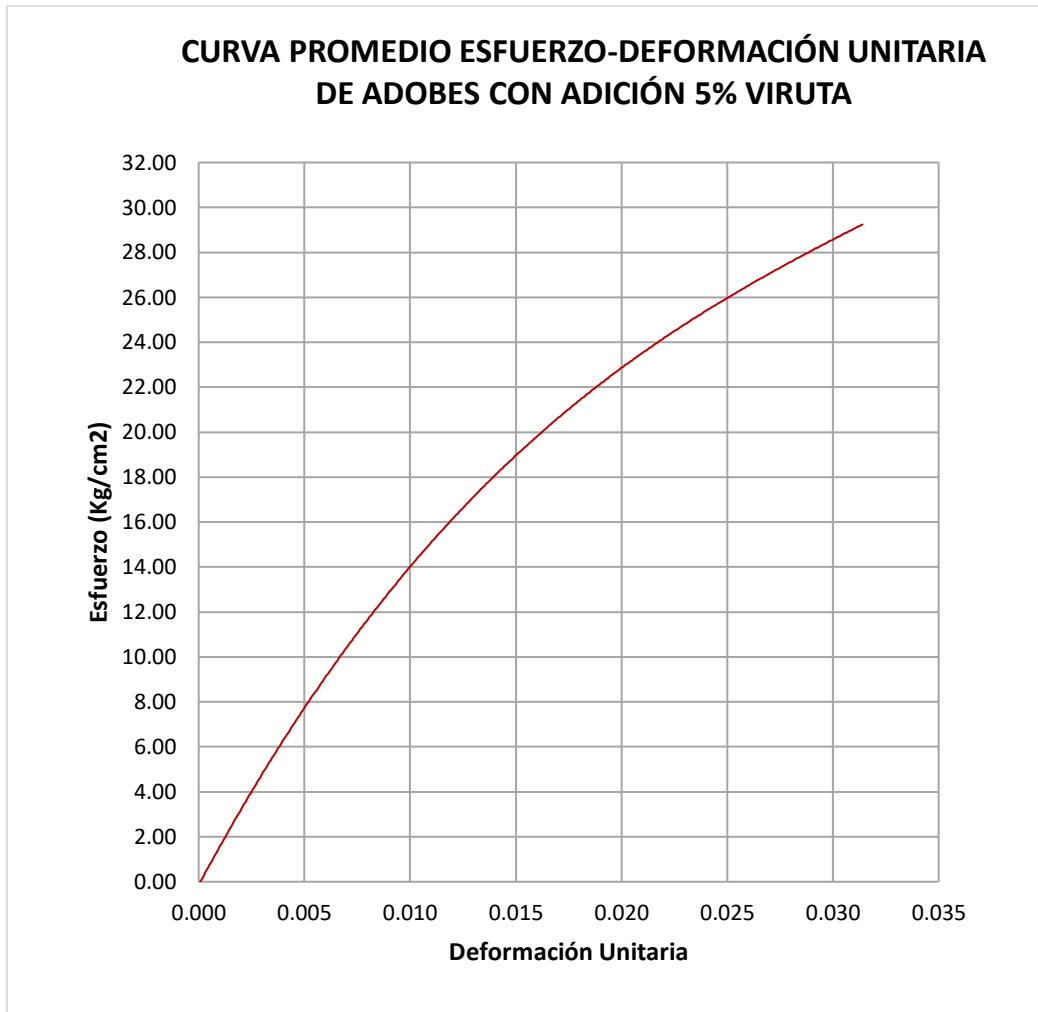


Tabla 57. Módulo de Elasticidad de Muestra de Adobes con Adición de 5% Viruta

TIPO DE ADOBE	ϵ_{LP}	σ_{LP}	E (kg/cm ²)
Adición Viruta (5%)	0.01364	15.36	1126.10

7.2.2 RESISTENCIA A FLEXIÓN

7.2.2.1 ADOBE TRADICIONAL:

Tabla 58. Resultados del Ensayo a Flexión de Adobes Tradicionales.

ESPECIMEN	DIMENSIONES			DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	CARGA (Kg)	FLECHA (mm)	S (Kg/cm ²)
	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)				
1	30.90	15.20	8.40	27.90	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.37	0.78
					40.00	0.75	1.56
					60.00	0.88	2.34
					80.00	0.96	3.12
					100.00	1.05	3.90
					120.00	1.16	4.68
					140.00	1.27	5.46
					160.00	1.39	6.24
					180.00	1.49	7.02
					200.00	1.60	7.80
					220.00	1.95	8.58
2	29.80	15.80	8.00	26.80	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.34	0.80
					40.00	0.93	1.59
					60.00	1.54	2.39
					80.00	1.98	3.18
					100.00	2.48	3.98
					120.00	2.99	4.77
					140.00	3.44	5.57
					160.00	3.88	6.36
					162.00	3.95	6.44
3	30.60	15.20	8.30	27.60	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.51	0.79
					40.00	0.76	1.58
					60.00	0.90	2.37
					80.00	1.04	3.16
					100.00	1.17	3.95
					120.00	1.27	4.74
					140.00	1.33	5.54
					160.00	1.40	6.33
					180.00	1.47	7.12
					200.00	1.52	7.91
					212.00	1.59	8.38

Continuación:

4	30.20	15.15	8.10	27.20	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.19	0.82
					40.00	0.48	1.64
					60.00	0.69	2.46
					80.00	0.79	3.28
					100.00	0.90	4.10
					120.00	1.01	4.93
					140.00	1.10	5.75
					160.00	1.20	6.57
					180.00	1.29	7.39
					200.00	1.39	8.21
					206.00	1.62	8.46
5	30.70	15.15	8.25	27.70	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.05	0.81
					40.00	0.11	1.61
					60.00	0.20	2.42
					80.00	0.27	3.22
					100.00	0.33	4.03
					120.00	0.41	4.84
					140.00	0.47	5.64
					160.00	0.53	6.45
					180.00	0.61	7.25
					200.00	0.70	8.06
					216.00	0.83	8.70
6	30.20	15.50	8.00	27.20	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.41	0.82
					40.00	0.55	1.65
					60.00	0.65	2.47
					80.00	0.74	3.29
					100.00	0.83	4.11
					120.00	0.91	4.94
					140.00	1.00	5.76
					160.00	1.08	6.58
					180.00	1.15	7.40
					186.00	1.21	7.65

Continuación:

7	30.90	15.00	8.00	27.90	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.03	0.87
					40.00	0.18	1.74
					60.00	0.38	2.62
					80.00	0.56	3.49
					100.00	0.77	4.36
					120.00	0.94	5.23
					140.00	1.08	6.10
					160.00	1.22	6.98
					180.00	1.34	7.85
					198.00	1.49	8.63
8	30.60	15.20	8.15	27.60	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.12	0.82
					40.00	0.23	1.64
					60.00	0.40	2.46
					80.00	0.59	3.28
					100.00	0.77	4.10
					120.00	0.92	4.92
					140.00	1.06	5.74
					160.00	1.18	6.56
					180.00	1.33	7.38
					216.00	1.77	8.86
9	30.80	15.10	8.25	27.80	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.10	0.81
					40.00	0.19	1.62
					60.00	0.33	2.43
					80.00	0.49	3.25
					100.00	0.65	4.06
					120.00	0.80	4.87
					140.00	0.95	5.68
					160.00	1.14	6.49
10	30.80	15.15	8.20	27.80	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.81	0.82
					40.00	1.46	1.64
					60.00	1.60	2.46
					80.00	1.68	3.27
					100.00	1.75	4.09
					120.00	1.84	4.91
					140.00	1.94	5.73
					160.00	2.09	6.55
					180.00	2.25	7.37
					200.00	2.43	8.19
208.00	2.88	8.51					

7.2.2.2 ADOBE CON ADICIÓN DE 2% DE CAUCHO:

Tabla 59. Resultados del Ensayo a Flexión de Adobes con Adición 2% de Caucho

ESPECIMEN	DIMENSIONES			DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	CARGA (Kg)	FLECHA (mm)	S (Kg/cm ²)
	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)				
1	29.70	15.00	8.10	26.70	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.10	0.81
					40.00	0.34	1.63
					60.00	0.49	2.44
					80.00	0.60	3.26
					100.00	0.69	4.07
					120.00	0.78	4.88
					140.00	0.84	5.70
					160.00	0.90	6.51
					180.00	0.97	7.33
					200.00	1.01	8.14
210.00	1.04	8.55					
2	29.80	15.00	8.25	26.80	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.52	0.79
					40.00	0.65	1.58
					60.00	0.78	2.36
					80.00	0.87	3.15
					100.00	0.96	3.94
					120.00	1.03	4.73
					140.00	1.11	5.51
					160.00	1.17	6.30
					180.00	1.21	7.09
					200.00	1.28	7.88
209.00	1.34	8.23					
3	30.00	15.50	8.35	27.00	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.80	0.75
					40.00	1.01	1.50
					60.00	1.15	2.25
					80.00	1.24	3.00
					100.00	1.34	3.75
					120.00	1.43	4.50
					140.00	1.51	5.25
					160.00	1.58	6.00
					180.00	1.64	6.75
					200.00	1.70	7.50
201.00	1.71	7.53					

Continuación:

4	30.20	15.80	8.00	27.20	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.53	0.81
					40.00	0.60	1.61
					60.00	0.68	2.42
					80.00	0.75	3.23
					100.00	0.83	4.03
					120.00	0.90	4.84
					140.00	0.98	5.65
					160.00	1.05	6.46
5	30.30	15.50	8.00	27.30	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.05	0.83
					40.00	0.17	1.65
					60.00	0.28	2.48
					80.00	0.40	3.30
					100.00	0.52	4.13
					120.00	0.64	4.95
					140.00	0.74	5.78
					160.00	0.85	6.60
					182.00	0.97	7.51
6	29.90	15.40	8.05	26.90	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.66	0.81
					40.00	0.78	1.62
					60.00	0.87	2.43
					80.00	0.95	3.23
					100.00	1.03	4.04
					120.00	1.10	4.85
					140.00	1.18	5.66
					160.00	1.25	6.47
					182.00	1.33	7.36
7	30.00	15.50	8.30	27.00	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.20	0.76
					40.00	0.27	1.52
					60.00	0.37	2.28
					80.00	0.48	3.03
					100.00	0.59	3.79
					120.00	0.68	4.55
					140.00	0.76	5.31
					160.00	0.84	6.07
					180.00	0.92	6.83
					200.00	1.00	7.59
203.00	1.02	7.70					

Continuación:

8	29.95	15.50	8.35	26.95	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.42	0.75
					40.00	0.52	1.50
					60.00	0.61	2.24
					80.00	0.66	2.99
					100.00	0.72	3.74
					120.00	0.77	4.49
					140.00	0.81	5.24
					160.00	0.84	5.99
					180.00	0.87	6.73
					200.00	0.91	7.48
					205.00	0.92	7.67
9	29.80	15.40	8.10	26.80	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.25	0.80
					40.00	0.30	1.59
					60.00	0.34	2.39
					80.00	0.39	3.18
					100.00	0.46	3.98
					120.00	0.54	4.77
					140.00	0.60	5.57
					160.00	0.67	6.37
					180.00	0.73	7.16
					198.00	0.79	7.88
					10	29.85	15.30
20.00	0.62	0.79					
40.00	0.74	1.59					
60.00	0.84	2.38					
80.00	0.96	3.17					
100.00	1.07	3.96					
120.00	1.17	4.76					
140.00	1.26	5.55					
160.00	1.34	6.34					
180.00	1.42	7.13					
189.00	1.46	7.49					

7.2.2.3 ADOBE CON ADICIÓN DE 3% DE CAUCHO:

Tabla 60. Resultados del Ensayo a Flexión de Adobes con Adición 3% de Caucho

ESPECIMEN	DIMENSIONES			DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	CARGA (Kg)	FLECHA (mm)	S (Kg/cm ²)
	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)				
1	29.90	15.40	8.00	26.90	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.73	0.82
					40.00	0.84	1.64
					60.00	0.95	2.46
					80.00	1.05	3.28
					100.00	1.14	4.09
					120.00	1.24	4.91
					140.00	1.34	5.73
					160.00	1.45	6.55
					180.00	1.55	7.37
					186.00	1.59	7.61
2	30.00	15.50	8.00	27.00	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.57	0.82
					40.00	0.66	1.63
					60.00	0.74	2.45
					80.00	0.81	3.27
					100.00	0.87	4.08
					120.00	0.92	4.90
					140.00	0.98	5.72
					160.00	1.03	6.53
					177.00	1.08	7.23
3	29.90	15.60	8.10	26.90	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.59	0.79
					40.00	0.64	1.58
					60.00	0.70	2.37
					80.00	0.75	3.15
					100.00	0.80	3.94
					120.00	0.84	4.73
					140.00	0.88	5.52
					160.00	0.93	6.31
					180.00	0.97	7.10
					200.00	1.01	7.88
					220.00	1.05	8.67
					225.00	1.07	8.87

Continuación:

4	29.90	15.50	8.20	26.90	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.50	0.77
					40.00	0.58	1.55
					60.00	0.69	2.32
					80.00	0.78	3.10
					100.00	0.85	3.87
					120.00	0.92	4.65
					140.00	0.97	5.42
					160.00	1.02	6.19
					180.00	1.08	6.97
					200.00	1.13	7.74
					220.00	1.18	8.52
					227.00	1.20	8.79
5	29.90	15.30	8.10	26.90	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.60	0.80
					40.00	0.79	1.61
					60.00	0.94	2.41
					80.00	1.03	3.22
					100.00	1.11	4.02
					120.00	1.18	4.82
					140.00	1.24	5.63
					160.00	1.31	6.43
					180.00	1.37	7.24
					200.00	1.43	8.04
					208.00	1.45	8.36
					6	29.80	15.00
20.00	0.12	0.84					
40.00	0.18	1.68					
60.00	0.23	2.51					
80.00	0.29	3.35					
100.00	0.34	4.19					
120.00	0.39	5.03					
140.00	0.44	5.86					
160.00	0.49	6.70					
180.00	0.54	7.54					
200.00	0.59	8.38					
219.00	0.64	9.17					

Continuación:

7	29.85	15.50	8.10	26.85	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.09	0.79
					40.00	0.20	1.58
					60.00	0.29	2.38
					80.00	0.38	3.17
					100.00	0.46	3.96
					120.00	0.53	4.75
					140.00	0.60	5.54
					160.00	0.66	6.34
					180.00	0.72	7.13
					192.00	0.76	7.60
8	29.95	15.00	8.00	26.95	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.10	0.84
					40.00	0.18	1.68
					60.00	0.27	2.53
					80.00	0.32	3.37
					100.00	0.38	4.21
					120.00	0.44	5.05
					140.00	0.49	5.90
					160.00	0.54	6.74
					180.00	0.60	7.58
					192.00	0.65	8.09
9	29.70	15.10	8.00	26.70	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.59	0.83
					40.00	0.68	1.66
					60.00	0.76	2.49
					80.00	0.84	3.32
					100.00	0.92	4.14
					120.00	0.99	4.97
					140.00	1.05	5.80
					160.00	1.13	6.63
					180.00	1.21	7.46
					194.00	1.29	8.04
10	29.80	15.00	8.15	26.80	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.63	0.81
					40.00	0.72	1.61
					60.00	0.78	2.42
					80.00	0.85	3.23
					100.00	0.91	4.03
					120.00	0.97	4.84
					140.00	1.02	5.65
					160.00	1.08	6.46
					180.00	1.14	7.26
					200.00	1.19	8.07
					216.00	1.23	8.72

7.2.2.4 ADOBE CON ADICIÓN DE 5% DE CAUCHO:

Tabla 61. Resultados del Ensayo a Flexión de Adobes con Adición 5% de Caucho

ESPECIMEN	DIMENSIONES			DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	CARGA (Kg)	FLECHA (mm)	S (Kg/cm ²)
	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)				
1	30.00	15.75	8.00	27.00	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.74	0.80
					40.00	0.96	1.61
					60.00	1.06	2.41
					80.00	1.15	3.21
					100.00	1.25	4.02
					120.00	1.35	4.82
					140.00	1.43	5.63
					160.00	1.50	6.43
					180.00	1.58	7.23
					185.00	1.61	7.43
2	30.20	15.50	8.20	27.20	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.05	0.78
					40.00	0.10	1.57
					60.00	0.21	2.35
					80.00	0.34	3.13
					100.00	0.43	3.91
					120.00	0.50	4.70
					140.00	0.55	5.48
					160.00	0.61	6.26
					173.00	0.65	6.77
3	30.00	15.50	8.00	27.00	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.24	0.82
					40.00	0.28	1.63
					60.00	0.31	2.45
					80.00	0.35	3.27
					100.00	0.40	4.08
					120.00	0.45	4.90
					140.00	0.50	5.72
					160.00	0.57	6.53
					170.00	0.61	6.94

Continuación:

4	30.00	15.60	8.20	27.00	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.30	0.77
					40.00	0.42	1.54
					60.00	0.52	2.32
					80.00	0.60	3.09
					100.00	0.66	3.86
					120.00	0.73	4.63
					140.00	0.79	5.41
					160.00	0.85	6.18
					180.00	0.91	6.95
5	30.00	15.50	8.20	27.00	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.05	0.78
					40.00	0.12	1.55
					60.00	0.19	2.33
					80.00	0.24	3.11
					100.00	0.30	3.89
					120.00	0.34	4.66
					140.00	0.39	5.44
					160.00	0.43	6.22
					183.00	0.49	7.11
6	30.00	15.70	8.00	27.00	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.52	0.81
					40.00	0.67	1.61
					60.00	0.78	2.42
					80.00	0.88	3.22
					100.00	0.97	4.03
					120.00	1.06	4.84
					140.00	1.14	5.64
					160.00	1.21	6.45
					169.00	1.24	6.81
7	29.90	15.50	8.00	26.90	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.39	0.81
					40.00	0.51	1.63
					60.00	0.62	2.44
					80.00	0.71	3.25
					100.00	0.80	4.07
					120.00	0.89	4.88
					140.00	0.97	5.69
					160.00	1.05	6.51
					180.00	1.12	7.32
200.00	1.21	8.14					

Continuación:

8	30.10	15.70	8.10	27.10	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.33	0.79
					40.00	0.39	1.58
					60.00	0.46	2.37
					80.00	0.54	3.16
					100.00	0.60	3.95
					120.00	0.66	4.74
					140.00	0.72	5.52
					160.00	0.77	6.31
					180.00	0.82	7.10
					184.00	0.83	7.26
9	30.10	15.60	8.10	27.10	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.77	0.79
					40.00	0.97	1.59
					60.00	1.13	2.38
					80.00	1.31	3.18
					100.00	1.40	3.97
					120.00	1.49	4.77
					140.00	1.55	5.56
					160.00	1.62	6.35
					170.00	1.69	6.75
10	30.00	15.50	8.05	27.00	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.73	0.81
					40.00	0.83	1.61
					60.00	0.89	2.42
					80.00	0.94	3.23
					100.00	0.99	4.03
					120.00	1.05	4.84
					140.00	1.11	5.64
					160.00	1.16	6.45
					180.00	1.21	7.26
188.00	1.24	7.58					

7.2.2.5 ADOBE CON ADICIÓN DE 2% DE VIRUTA:

Tabla 62. Resultados del Ensayo a Flexión de Adobes con Adición 2% de Viruta

ESPECIMEN	DIMENSIONES			DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	CARGA (Kg)	FLECHA (mm)	S (Kg/cm ²)
	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)				
1	29.7	15.40	8.00	26.70	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.03	0.81
					40.00	0.06	1.63
					60.00	0.14	2.44
					80.00	0.24	3.25
					100.00	0.31	4.06
					120.00	0.39	4.88
					140.00	0.45	5.69
					160.00	0.50	6.50
					180.00	0.55	7.31
					200.00	0.61	8.13
214.00	0.65	8.70					
2	30.05	15.55	8.00	27.05	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.04	0.82
					40.00	0.10	1.63
					60.00	0.17	2.45
					80.00	0.25	3.26
					100.00	0.32	4.08
					120.00	0.38	4.89
					140.00	0.44	5.71
					160.00	0.50	6.52
					180.00	0.55	7.34
					200.00	0.61	8.15
220.00	0.66	8.97					
231.00	0.69	9.42					
3	30.1	15.50	8.10	27.10	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.10	0.80
					40.00	0.33	1.60
					60.00	0.48	2.40
					80.00	0.61	3.20
					100.00	0.71	4.00
					120.00	0.81	4.80
					140.00	0.91	5.60
					160.00	1.00	6.40
					180.00	1.10	7.20
					200.00	1.19	7.99
220.00	1.30	8.79					

Continuación:

4	30.20	15.80	8.00	27.20	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.05	0.81
					40.00	0.11	1.61
					60.00	0.22	2.42
					80.00	0.33	3.23
					100.00	0.46	4.03
					120.00	0.59	4.84
					140.00	0.74	5.65
					160.00	0.86	6.46
					180.00	0.99	7.26
					200.00	1.09	8.07
					204.00	1.13	8.23
5	30.20	15.35	8.20	27.20	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.02	0.79
					40.00	0.05	1.58
					60.00	0.10	2.37
					80.00	0.17	3.16
					100.00	0.23	3.95
					120.00	0.29	4.74
					140.00	0.35	5.53
6	30.00	15.50	8.15	27.00	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.55	0.79
					40.00	0.61	1.57
					60.00	0.69	2.36
					80.00	0.77	3.15
					100.00	0.86	3.93
					120.00	0.94	4.72
					140.00	1.02	5.51
					160.00	1.08	6.29
					180.00	1.13	7.08
					200.00	1.18	7.87
					211.00	1.22	8.30
7	30.10	15.80	8.10	27.10	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.10	0.78
					40.00	0.16	1.57
					60.00	0.23	2.35
					80.00	0.29	3.14
					100.00	0.36	3.92
					120.00	0.42	4.71
					140.00	0.48	5.49
					160.00	0.53	6.27
					180.00	0.60	7.06
					200.00	0.66	7.84
					205.00	0.68	8.04

Continuación:

8	30.10	15.90	8.10	27.10	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.02	0.78
					40.00	0.08	1.56
					60.00	0.14	2.34
					80.00	0.21	3.12
					100.00	0.28	3.90
					120.00	0.33	4.68
					140.00	0.39	5.46
					160.00	0.45	6.23
					165.00	0.48	6.43
9	30.00	15.20	8.20	27.00	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.06	0.79
					40.00	0.13	1.59
					60.00	0.21	2.38
					80.00	0.28	3.17
					100.00	0.34	3.96
					120.00	0.40	4.76
					140.00	0.46	5.55
					160.00	0.53	6.34
					180.00	0.59	7.13
					200.00	0.64	7.93
					204.00	0.65	8.08
10	30.20	15.60	8.10	27.20	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.57	0.80
					40.00	0.71	1.59
					60.00	0.80	2.39
					80.00	0.88	3.19
					100.00	0.95	3.99
					120.00	1.02	4.78
					140.00	1.09	5.58
					160.00	1.16	6.38
					180.00	1.23	7.18
					200.00	1.29	7.97
					220.00	1.34	8.77
232.00	1.38	9.25					

7.2.2.6 ADOBE CON ADICIÓN DE 3% DE VIRUTA:

Tabla 63. Resultados del Ensayo a Flexión de Adobes con Adición 3% de Viruta

ESPECIMEN	DIMENSIONES			DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	CARGA (Kg)	FLECHA (mm)	S (Kg/cm ²)
	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)				
1	29.80	15.50	8.25	26.80	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.09	0.76
					40.00	0.24	1.52
					60.00	0.34	2.29
					80.00	0.45	3.05
					100.00	0.55	3.81
					120.00	0.64	4.57
					140.00	0.72	5.33
					160.00	0.79	6.10
					180.00	0.86	6.86
					198.00	0.92	7.54
2	30.40	15.30	8.20	27.40	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.05	0.80
					40.00	0.16	1.60
					60.00	0.26	2.40
					80.00	0.33	3.20
					100.00	0.39	4.00
					120.00	0.43	4.79
					140.00	0.48	5.59
					160.00	0.52	6.39
					180.00	0.56	7.19
					200.00	0.60	7.99
210.00	0.63	8.39					
3	30.10	15.40	8.10	27.10	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.16	0.80
					40.00	0.23	1.61
					60.00	0.37	2.41
					80.00	0.49	3.22
					100.00	0.66	4.02
					120.00	0.75	4.83
					140.00	0.86	5.63
					160.00	0.95	6.44
					180.00	1.05	7.24
					200.00	1.14	8.05
					220.00	1.24	8.85
235.00	1.32	9.45					

Continuación:

4	29.90	15.60	8.10	26.90	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.48	0.79
					40.00	0.71	1.58
					60.00	0.95	2.37
					80.00	1.08	3.15
					100.00	1.25	3.94
					120.00	1.44	4.73
					140.00	1.60	5.52
					160.00	1.75	6.31
					180.00	1.88	7.10
					200.00	1.97	7.88
					208.00	2.02	8.20
5	29.80	15.10	8.00	26.80	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.55	0.83
					40.00	0.60	1.66
					60.00	0.64	2.50
					80.00	0.68	3.33
					100.00	0.72	4.16
					120.00	0.76	4.99
					140.00	0.80	5.82
					160.00	0.85	6.66
					180.00	0.90	7.49
					200.00	0.95	8.32
					216.00	1.01	8.99
6	30.10	15.10	8.30	27.10	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.01	0.78
					40.00	0.03	1.56
					60.00	0.08	2.34
					80.00	0.14	3.13
					100.00	0.19	3.91
					120.00	0.24	4.69
					140.00	0.29	5.47
					160.00	0.34	6.25
					180.00	0.39	7.03
					200.00	0.44	7.82
					215.00	0.48	8.40

Continuación:

7	30.00	15.60	8.10	27.00	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.07	0.79
					40.00	0.18	1.58
					60.00	0.29	2.37
					80.00	0.41	3.17
					100.00	0.54	3.96
					120.00	0.64	4.75
					140.00	0.75	5.54
					160.00	0.85	6.33
					180.00	0.96	7.12
					200.00	1.06	7.91
					212.00	1.14	8.39
8	29.90	15.00	8.20	26.90	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.03	0.80
					40.00	0.20	1.60
					60.00	0.33	2.40
					80.00	0.47	3.20
					100.00	0.61	4.00
					120.00	0.72	4.80
					140.00	0.83	5.60
					160.00	0.93	6.40
					180.00	1.05	7.20
					200.00	1.15	8.00
					211.00	1.25	8.44
9	29.90	15.40	8.40	26.90	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.02	0.74
					40.00	0.11	1.49
					60.00	0.18	2.23
					80.00	0.27	2.97
					100.00	0.35	3.71
					120.00	0.42	4.46
					140.00	0.48	5.20
					160.00	0.56	5.94
					180.00	0.63	6.68
					184.00	0.66	6.83

Continuación:

10	29.90	15.30	8.20	26.90	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.22	0.78
					40.00	0.43	1.57
					60.00	0.58	2.35
					80.00	0.70	3.14
					100.00	0.81	3.92
					120.00	0.91	4.71
					140.00	0.99	5.49
					160.00	1.07	6.28
					180.00	1.13	7.06
					200.00	1.21	7.84
					220.00	1.28	8.63
					226.00	1.30	8.86

7.2.2.7 ADOBE CON ADICIÓN DE 5% DE VIRUTA:

Tabla 64. Resultados del Ensayo a Flexión de Adobes con Adición 5% de Viruta

ESPECIMEN	DIMENSIONES			DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	CARGA (Kg)	FLECHA (mm)	S (Kg/cm ²)
	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)				
1	30.00	15.60	8.30	27.00	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.08	0.75
					40.00	0.19	1.51
					60.00	0.33	2.26
					80.00	0.48	3.01
					100.00	0.63	3.77
					120.00	0.76	4.52
					140.00	0.88	5.28
					160.00	0.99	6.03
					180.00	1.11	6.78
					185.00	1.16	6.97
2	29.80	15.50	8.20	26.80	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.02	0.77
					40.00	0.20	1.54
					60.00	0.44	2.31
					80.00	0.63	3.09
					100.00	0.75	3.86
					120.00	0.89	4.63
					140.00	1.00	5.40
					160.00	1.10	6.17
					180.00	1.20	6.94
					194.00	1.35	7.48

Continuación:

3	30.20	15.50	8.00	27.20	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.21	0.82
					40.00	0.45	1.65
					60.00	0.68	2.47
					80.00	0.89	3.29
					100.00	1.02	4.11
					120.00	1.13	4.94
					140.00	1.22	5.76
					160.00	1.30	6.58
					180.00	1.39	7.40
					191.00	1.44	7.86
4	30.10	15.10	8.30	27.10	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.06	0.78
					40.00	0.12	1.56
					60.00	0.18	2.34
					80.00	0.23	3.13
					100.00	0.28	3.91
					120.00	0.32	4.69
					140.00	0.37	5.47
					160.00	0.41	6.25
					180.00	0.47	7.03
					196.00	0.51	7.66
5	30.00	15.50	8.00	27.00	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.04	0.82
					40.00	0.15	1.63
					60.00	0.31	2.45
					80.00	0.44	3.27
					100.00	0.56	4.08
					120.00	0.65	4.90
					140.00	0.75	5.72
					160.00	0.83	6.53
					180.00	0.91	7.35
					200.00	1.00	8.17
					204.00	1.04	8.33
6	29.90	15.60	8.10	26.90	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.10	0.79
					40.00	0.27	1.58
					60.00	0.40	2.37
					80.00	0.51	3.15
					100.00	0.60	3.94
					120.00	0.70	4.73
					140.00	0.77	5.52
					160.00	0.85	6.31
					174.00	0.94	6.86

Continuación:

7	30.40	15.60	8.25	27.40	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.03	0.77
					40.00	0.07	1.55
					60.00	0.16	2.32
					80.00	0.22	3.10
					100.00	0.29	3.87
					120.00	0.36	4.65
					140.00	0.44	5.42
					160.00	0.50	6.19
					180.00	0.56	6.97
					200.00	0.62	7.74
					216.00	0.68	8.36
8	30.10	15.15	8.25	27.10	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.38	0.79
					40.00	0.44	1.58
					60.00	0.52	2.37
					80.00	0.59	3.15
					100.00	0.65	3.94
					120.00	0.71	4.73
					140.00	0.77	5.52
					160.00	0.82	6.31
					180.00	0.87	7.10
					200.00	0.93	7.88
					217.00	1.01	8.55
9	30.05	15.40	8.00	27.05	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.32	0.82
					40.00	0.55	1.65
					60.00	0.70	2.47
					80.00	0.83	3.29
					100.00	0.94	4.12
					120.00	1.03	4.94
					140.00	1.11	5.76
					160.00	1.18	6.59
					180.00	1.25	7.41
					188.00	1.35	7.74

Continuación:

10	30.10	15.10	8.30	27.10	0.00	0.00	0.00
					20.00	0.34	0.78
					40.00	0.47	1.56
					60.00	0.57	2.34
					80.00	0.65	3.13
					100.00	0.72	3.91
					120.00	0.78	4.69
					140.00	0.85	5.47
					160.00	0.92	6.25
					180.00	0.98	7.03
					200.00	1.04	7.82
					205.00	1.07	8.01

7.2.3 ABSORCIÓN DE AGUA

Tabla 65. Porcentaje de Absorción de Agua bloques de Adobe tradicional

ESPECIMEN	PESO SECO (Kg)	PESO SATURADO (Kg)	% ABS
1	6.443	7.625	18.35%
2	6.736	7.960	18.17%
3	6.320	7.448	17.85%
4	6.495	7.625	17.40%
5	6.715	7.922	17.97%
6	6.506	7.644	17.49%
7	6.570	7.725	17.58%
8	6.511	7.781	19.51%
9	6.715	7.880	17.35%
10	6.594	7.785	18.06%

ABSORCIÓN PROMEDIO =	17.97%
-----------------------------	---------------

Tabla 66. Porcentaje de Absorción de Agua de bloques de adobe, adición 2% de caucho.

ESPECIMEN	PESO SECO (Kg)	PESO SATURADO (Kg)	% ABS
1	6.690	7.785	16.37%
2	6.585	7.610	15.57%
3	6.702	7.790	16.23%
4	6.630	7.725	16.52%
5	6.675	7.730	15.81%
6	6.795	7.905	16.34%
7	6.747	7.824	15.96%
8	6.842	7.895	15.39%
9	6.681	7.742	15.88%
10	6.726	7.910	17.60%

ABSORCIÓN PROMEDIO =	16.17%
-----------------------------	---------------

Tabla 67. Porcentaje de Absorción de Agua de bloques de adobe, adición 3% de caucho.

ESPECIMEN	PESO SECO (Kg)	PESO SATURADO (Kg)	% ABS
1	6.787	7.895	16.33%
2	6.507	7.495	15.18%
3	6.866	7.845	14.26%
4	6.527	7.520	15.21%
5	6.856	7.890	15.08%
6	6.567	7.520	14.51%
7	6.671	7.800	16.92%
8	6.685	7.695	15.11%
9	6.795	7.864	15.73%
10	6.812	7.905	16.05%

ABSORCIÓN PROMEDIO=	15.44%
----------------------------	---------------

Tabla 68. Porcentaje de Absorción de Agua de bloques de adobe, adición 5% de caucho.

ESPECIMEN	PESO SECO (Kg)	PESO SATURADO (Kg)	% ABS
1	6.851	7.888	15.14%
2	6.884	7.824	13.65%
3	6.505	7.425	14.14%
4	6.870	7.846	14.21%
5	6.825	7.834	14.78%
6	6.620	7.488	13.11%
7	6.465	7.452	15.27%
8	6.675	7.563	13.30%
9	6.595	7.552	14.51%
10	6.711	7.654	14.05%

ABSORCIÓN PROMEDIO=	14.20%
----------------------------	---------------

Tabla 69. Porcentaje de Absorción de Agua de bloques de adobe, adición 2% de viruta.

ESPECIMEN	PESO SECO (Kg)	PESO SATURADO (Kg)	% ABS
1	6.540	7.795	19.19%
2	6.315	7.495	18.69%
3	6.515	7.765	19.19%
4	6.330	7.575	19.67%
5	6.455	7.730	19.75%
6	6.545	7.850	19.94%
7	6.475	7.595	17.30%
8	6.550	7.805	19.16%
9	6.380	7.605	19.20%
10	6.535	7.720	18.13%

ABSORCIÓN PROMEDIO=	19.02%
----------------------------	---------------

Tabla 70. Porcentaje de Absorción de Agua de bloques de adobe, adición 3% de viruta.

ESPECIMEN	PESO SECO (Kg)	PESO SATURADO (Kg)	% ABS
1	6.255	7.520	20.22%
2	6.377	7.680	20.43%
3	6.215	7.490	20.51%
4	6.245	7.510	20.26%
5	6.438	7.720	19.91%
6	6.287	7.595	20.80%
7	6.148	7.355	19.63%
8	6.315	7.555	19.64%
9	6.407	7.739	20.79%
10	6.384	7.601	19.06%

ABSORCIÓN PROMEDIO=	20.13%
----------------------------	---------------

Tabla 71. Porcentaje de Absorción de Agua de bloques de adobe, adición 5% de viruta.

ESPECIMEN	PESO SECO (Kg)	PESO SATURADO (Kg)	% ABS
1	6.115	7.395	20.93%
2	6.105	7.390	21.05%
3	6.055	7.375	21.80%
4	6.048	7.310	20.87%
5	6.127	7.440	21.43%
6	6.015	7.295	21.28%
7	6.055	7.328	21.02%
8	6.170	7.465	20.99%
9	6.184	7.496	21.22%
10	6.277	7.600	21.08%

ABSORCIÓN PROMEDIO=	21.17%
----------------------------	---------------

7.2.4 SATURACIÓN TOTAL

Tabla 72. Evaluación de los bloques de adobe sometidos ensayo de Saturación Total

TIPO DE ADOBE	ESPECIMEN	RESULTADO	CLASIFICACIÓN
TRADICIONAL	1	L	L (Ligera)
	2	M	
	3	M	
	4	L	
	5	L	
2% ADICIÓN DE CAUCHO	1	S	S (Severa)
	2	S	
	3	M	
	4	S	
	5	M	
3% ADICIÓN DE CAUCHO	1	M	M (Moderada)
	2	L	
	3	M	
	4	M	
	5	M	
5% ADICIÓN DE CAUCHO	1	L	L (Ligera)
	2	M	
	3	M	
	4	L	
	5	L	
2% ADICIÓN DE VIRUTA	1	M	M (Moderada)
	2	M	
	3	M	
	4	L	
	5	M	
3% ADICIÓN DE VIRUTA	1	M	M (Moderada)
	2	S	
	3	M	
	4	L	
	5	M	
5% ADICIÓN DE VIRUTA	1	S	S (Severa)
	2	S	
	3	S	
	4	S	
	5	M	

Tabla 73. Porcentaje de desgaste de los bloques de adobe ensayados a Saturación Total

TIPO DE ADOBE	ESPECIMEN	PESO SECO (Kg)	PESO SECO Desp. Satur. (Kg)	DESGASTE (%)	DESGASTE PROMEDIO (%)
TRADICIONAL	1	6.326	6.166	2.53%	2.62%
	2	6.304	6.151	2.43%	
	3	6.529	6.36	2.59%	
	4	6.508	6.335	2.66%	
	5	6.653	6.46	2.90%	
2% ADICIÓN DE CAUCHO	1	6.839	6.577	3.83%	4.15%
	2	6.633	6.325	4.64%	
	3	6.55	6.27	4.27%	
	4	6.64	6.379	3.93%	
	5	6.844	6.564	4.09%	
3% ADICIÓN DE CAUCHO	1	6.359	6.139	3.46%	3.50%
	2	6.471	6.275	3.03%	
	3	6.52	6.295	3.45%	
	4	6.608	6.339	4.07%	
	5	6.639	6.407	3.49%	
5% ADICIÓN DE CAUCHO	1	6.564	6.414	2.29%	2.75%
	2	6.471	6.291	2.78%	
	3	6.68	6.474	3.08%	
	4	6.397	6.254	2.24%	
	5	6.456	6.24	3.35%	
2% ADICIÓN DE VIRUTA	1	6.32	6.093	3.59%	3.56%
	2	6.244	6.016	3.65%	
	3	6.379	6.14	3.75%	
	4	6.187	5.978	3.38%	
	5	6.252	6.038	3.42%	
3% ADICIÓN DE VIRUTA	1	5.916	5.69	3.82%	3.99%
	2	5.979	5.73	4.16%	
	3	5.794	5.544	4.31%	
	4	5.883	5.656	3.86%	
	5	5.749	5.532	3.77%	
5% ADICIÓN DE VIRUTA	1	5.78	5.523	4.45%	4.52%
	2	5.838	5.583	4.37%	
	3	5.685	5.42	4.66%	
	4	5.592	5.352	4.29%	
	5	5.809	5.528	4.84%	

7.3 ANEXO N°3. PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 1. Ensayo de Granulometría por método de lavado.

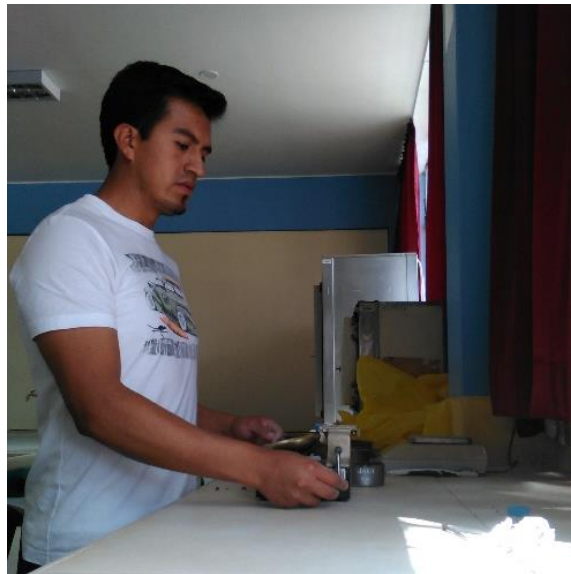


Figura 2. Ejecución del ensayo de Limite Líquido



Figura 3. Copa de Casagrande con muestra de suelo, ensayo LL.



Figura 4. Adoberas y regla de madera para elaboración de los adobes.



Figura 5. Recorte de la paja para la mezcla con el barro.



Figura 6. Obtención de tiras de caucho de un neumático usado.



Figura 7. Mezcla suelo-agua con paja.



Figura 8. Mezcla suelo-agua con fibra de caucho.



Figura 9. Mezcla suelo-agua con viruta.



Figura 10. Colocación de la mezcla en adobera cúbica.



Figura 11. Bloques de adobe antes del desencofrado



Figura 12. Supervisión del Asesor en la etapa de elaboración de los adobes



Figura 13. Bloques de adobe recién desencofrados.



Figura 14. Bloques de adobe en el proceso de secado.



Figura 15. Almacenamiento de los bloques de adobe.



Figura 16. Ejecución del ensayo a compresión de los bloques de adobe.



Figura 17. Bloques de adobe luego de ser sometidos al ensayo de compresión.



Figura 18. Asesoramiento durante el ensayo a compresión.



Figura 19. Asesoramiento durante el ensayo a Flexión.

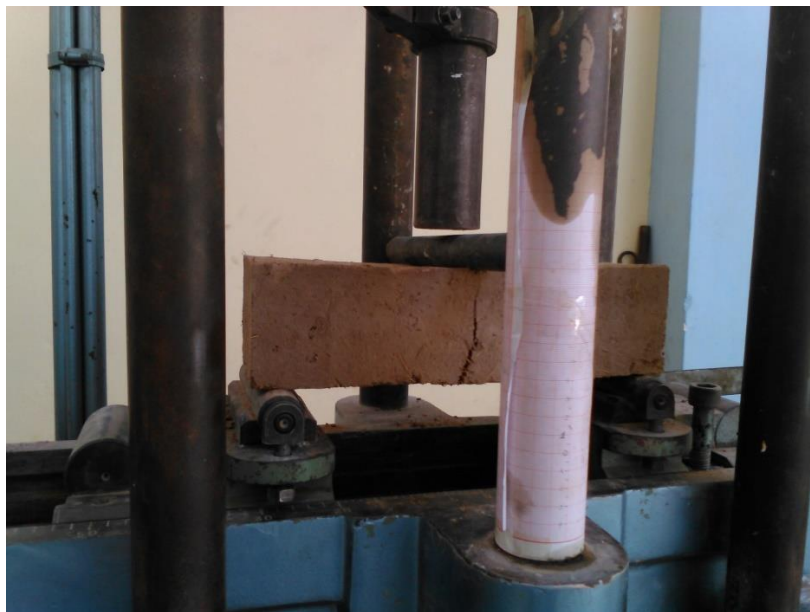


Figura 20. Bloque de adobe tradicional luego de ser ensayado a Flexión.



Figura 21. Bloque de adobe con fibra de caucho ensayado a Flexión



Figura 22. Bloques de adobe tradicionales sumergidos en agua para el ensayo de Saturación Total.



Figura 23. Bloques de adobe con adición de caucho, luego de ser sometidos al ensayo de Saturación Total



Figura 24. Bloques de adobe con adición de viruta, luego de transcurridas las 24 horas de saturación.