



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“RESISTENCIA A LA FLEXIÓN Y COMPRESIÓN AXIAL DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE YUTE, CAJAMARCA 2017”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

David Ricardo Alayo Diaz

Asesor:

Ing. Anita Alva Sarmiento

Cajamarca - Perú

2018

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Anita Alva Sarmiento, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de INGENIERÍA CIVIL, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis del estudiante:

- Alayo Diaz David Ricardo

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: “Resistencia a la flexión y compresión axial del adobe compactado con adición de fibras de yute, Cajamarca 2017” para aspirar al título profesional de: Ingeniero Civil por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al interesado para su presentación.

Ing. Anita Alva Sarmiento
Asesor

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis del estudiante: David Ricardo Alayo Diaz para aspirar al título profesional con la tesis denominada: “Resistencia a la flexión y compresión axial del adobe compactado con adición de fibras de yute, Cajamarca 2017”

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

Aprobación por unanimidad

Aprobación por mayoría

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Jurado
Presidente

Ing. Gerson Quispe Rodríguez
Jurado

Ing. Iván Mejía Díaz
Jurado

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico para Dios, por su presencia, protección y sus tiempos que son perfectos y a mis padres Ricardo y Violeta, por su amor incondicional, consejos y comprensión en momentos difíciles.

AGRADECIMIENTO

Durante nuestra existencia nos damos cuenta que nuestra vida es un campo de batalla, donde nuestros logros son victorias y las derrotas son lecciones, motivo de seguir luchando.

Este trabajo es un logro más que llevo gracias a Dios por brindarme su protección e inmenso amor; y sobre todo al apoyo incondicional de Violeta y Ricardo, mis padres. De igual forma darles mi más profundo agradecimiento a Ing. Anita Alva Sarmiento y Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga, por su asesoría durante el desarrollo de esta investigación. Al técnico de laboratorio, Víctor Cuzco Minchán, por su asesoría en la realización de los ensayos que hicieron posible la finalización de esta investigación.

A todos mis amigos: Raquel Riojas, Claudia Riojas, Fernando Zavaleta, Gustavo López, Fabiola La Torre y Pilar Nina, por su gran amistad y su apoyo en el trayecto de la carrera profesional.

Tabla de contenidos

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS.....	2
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO.....	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE ECUACIONES	15
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	17
1.1. Realidad problemática.....	17
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	31
2.2. Población y muestra	31
2.3. Materiales, instrumentos y métodos.....	31
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	31
a. Obtención del material a emplear.....	32
b. Ubicación de la cantera:	32
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	58
REFERENCIAS	63
ANEXOS	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Composición de la fibra de yute	27
Tabla N° 2 Propiedades de la fibra natural de yute	27
Tabla N° 3 Muestra para ensayos	31
Tabla N° 4 Accesos, indicaciones y tiempo del lugar de la cantera Cruz Blanca	33
Tabla N° 5 Cálculo de cantidad de yute con respecto al peso del adobe	45
Tabla N° 6 Contenido de humedad promedio del suelo	50
Tabla N° 7 Límites de Atterberg	50
Tabla N° 8 Porcentaje que pasa la malla N° 200	50
Tabla N° 9 Sistema de clasificación de suelos unificado "SUCS"	51
Tabla N° 10 Resistencia a compresión del adobe compactado patrón.	54
Tabla N° 11 Resistencia a compresión del adobe compactado con 0.1% de fibra de yute. 54	
Tabla N° 12 Resistencia a compresión de adobe compactado con 0.50% de fibra de yute. 54	
Tabla N° 13 Resistencia a compresión de adobe compactado con 1.0% de fibra de yute. . 55	
Tabla N° 14 Resumen de las unidades de adobe sometidos a esfuerzos de compresión. ... 55	
Tabla N° 15 Resistencia a flexión de adobe compactado patrón.	55
Tabla N° 16 Resistencia a flexión de adobe compactado con 0.10% de fibra de yute.....	56
Tabla N° 17 Resistencia a flexión de adobe compactado con 0.50% de fibra de yute.....	56
Tabla N° 18 Resistencia a flexión de adobe compactado con 1.0% de fibra de yute.	56
Tabla N° 19 Resumen general de adobe compactado sometidos a esfuerzos de flexión. ... 57	
Tabla N° 20 Datos del límite plástico.....	75
Tabla N° 21 Datos de límite líquido.....	75
Tabla N° 22 Datos para granulometría por lavado.	76
Tabla N° 23 Datos del proctor modificado: muestra patrón.....	77
Tabla N° 24 Datos del proctor modificado con incorporación 0.10% de fibra de yute.	77

Tabla N° 25 Datos del proctor modificado con incorporación 0.50% de fibras de yute.....	78
Tabla N° 26 Datos del proctor modificado con incorporación 1.00% de fibras de yute.....	78
Tabla N° 27 Resistencia a compresión de la unidad patrón-P1.....	79
Tabla N° 28 Resistencia a compresión de la unidad patrón-P2.....	80
Tabla N° 29 Resistencia a compresión de la unidad patrón-P3.....	81
Tabla N° 30 Resistencia a compresión de la unidad patrón-P4.....	82
Tabla N° 31 Resistencia a compresión de la unidad patrón-P5.....	83
Tabla N° 32 Resistencia a compresión de la unidad patrón-P6.....	84
Tabla N° 33 Resistencia a flexión del adobe compactado patrón-P1.....	85
Tabla N° 34 Resistencia a flexión del adobe compactado patrón-P2.....	86
Tabla N° 35 Resistencia a flexión del adobe compactado patrón-P3.....	87
Tabla N° 36 Resistencia a flexión del adobe compactado patrón-P4.....	88
Tabla N° 37 Resistencia a flexión del adobe compactado patrón-P5.....	89
Tabla N° 38 Resistencia a flexión del adobe compactado patrón-P6.....	90
Tabla N° 39 Resistencia a compresión del adobe compactado 0.10%-1.....	91
Tabla N° 40 Resistencia a compresión del adobe compactado 0.10%-2.....	92
Tabla N° 41 Resistencia a compresión del adobe compactado 0.10%-3.....	93
Tabla N° 42 Resistencia a compresión del adobe compactado 0.10%-4.....	94
Tabla N° 43 Resistencia a compresión del adobe compactado 0.10%-5.....	95
Tabla N° 44 Resistencia a compresión del adobe compactado 0.10%-6.....	96
Tabla N° 45 Resistencia a flexión del adobe compactado 0.10% - 1.....	97
Tabla N° 46 Resistencia a flexión del adobe compactado 0.10% - 2.....	98
Tabla N° 47 Resistencia a flexión del adobe compactado 0.10% - 3.....	99
Tabla N° 48 Resistencia a flexión del adobe compactado 0.10% - 4.....	100
Tabla N° 49 Resistencia a flexión del adobe compactado 0.10% - 5.....	101

Tabla N° 50 Resistencia a flexión del adobe compactado 0.10%- 6.....	102
Tabla N° 51 Resistencia a compresión del adobe compactado 0.50%-1.....	103
Tabla N° 52 Resistencia a compresión del adobe compactado 0.50%-2.....	104
Tabla N° 53 Resistencia a compresión del adobe compactado 0.50%-3.....	105
Tabla N° 54 Resistencia a compresión del adobe compactado 0.50%-4.....	106
Tabla N° 55 Resistencia a compresión del adobe compactado 0.50%-5.....	107
Tabla N° 56 Resistencia a compresión del adobe compactado 0.50%-6.....	108
Tabla N° 57 Resistencia a flexión del adobe compactado 0.50%-1	109
Tabla N° 58 Resistencia a flexión del adobe compactado 0.50%-2.....	110
Tabla N° 59 Resistencia a flexión del adobe compactado 0.50%-3.....	111
Tabla N° 60 Resistencia a flexión del adobe compactado 0.50%-4.....	112
Tabla N° 61 Resistencia a flexión del adobe compactado 0.50%-5	113
Tabla N° 62 Resistencia a flexión del adobe compactado 0.50%-6.....	114
Tabla N° 63 Resistencia a la compresión del adobe compactado 1.00%-1.....	115
Tabla N° 64 Resistencia a la compresión del adobe compactado 1.00%-2.....	116
Tabla N° 65 Resistencia a la compresión del adobe compactado 1.00%-3.....	117
Tabla N° 66 Resistencia a la compresión de adobe compactado 1.00%-4.....	118
Tabla N° 67 Resistencia a la compresión de adobe compactado 1.00%-5.....	119
Tabla N° 68 Resistencia a la compresión de adobe compactado 1.00%-6.....	120
Tabla N° 69 Resistencia a la flexión del adobe compactado 1.00%-1	121
Tabla N° 70 Resistencia a la flexión del adobe compactado 1.00%-2.....	122
Tabla N° 71 Resistencia a la flexión del adobe compactado 1.00%-3	123
Tabla N° 72 Resistencia a la flexión de adobe compactado 1.00%-4	124
Tabla N° 73 Resistencia a la flexión de adobe compactado 1.00%-5.	125
Tabla N° 74 Resistencia a la flexión de adobe compactado 1.00%-6	126

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Prensa CINVA-RAM	21
Figura N° 2 Fibra de coco utilizados en adobes estabilizados	23
Figura N° 3 Textura de yute	27
Figura N° 4 Ubicación de la cantera Cruz Blanca.....	33
Figura N° 5 Extracción del material de la cantera “Cruz Blanca”	34
Figura N° 6 Transporte del material tamizado de la cantera Cruz Blanca.	34
Figura N° 7 Fibras de yute.....	35
Figura N° 8 Sacando las muestras con material de la cantera del horno pasado 24 horas. .	36
Figura N° 9 Realizando el ensayo de límite líquido.....	38
Figura N° 10 Realizando el ensayo de límite plástico.....	39
Figura N° 11 Granulometría por lavado debido a la presencia de limos y arcillas.	40
Figura N° 12 Colocando la muestra lavada al horno.....	40
Figura N° 13 Extrayendo la muestra y pesándola	41
Figura N° 14 Preparando el material para el ensayo de proctor.....	42
Figura N° 15 Molde con muestra patrón	43
Figura N° 16 Realizando la compactación de las muestras.....	43
Figura N° 17 Separación del material en bolsas de 9.550 kg.....	44
Figura N° 18 Separación del yute incorporación 1% con respecto al peso del adobe.	45
Figura N° 19 Usando la maquina CINVA RAM.....	46
Figura N° 20 Elaboración de los adobes en la maquina CINVA RAM	46
Figura N° 21 Adobes compactados listos para su secado.	47
Figura N° 22 Realizando el ensayo de flexión conjuntamente con el laboratorista Sr. Víctor Cuzco.....	48

Figura N° 23 Tomando datos de la deformación en la resistencia a compresión de las unidades de adobe compactado.	49
Figura N° 24 Curva de compactación del proctor modificado de la muestra patrón	52
Figura N° 25 Curva de compactación del proctor modificado de la muestra con 0.10 % de incorporación	52
Figura N° 26 Curva de compactación del proctor modificado de la muestra con 0.5 % de incorporación	53
Figura N° 27 Curva de compactación del proctor modificado de la muestra con 1.00% de incorporación	53
Figura N° 28 Resumen de resistencias a compresión.....	59
Figura N° 29 Resumen de resistencias a flexión.....	60
Figura N° 30 Extrayendo material de Cruz Blanca	66
Figura N° 31 Colocando las muestras en el horno para determinar su contenido de humedad.	66
Figura N° 32 Realizando el ensayo de límite líquido.....	67
Figura N° 33 Mezcla de material para realizar el límite líquido	67
Figura N° 34 Visita de la asesora Ing. Anita Alva Sarmiento.....	68
Figura N° 35 Secado de muestras en el horno.....	68
Figura N° 36 Pesando material para proctor modificado.	69
Figura N° 37 Tomando muestra de proctor con incorporación antes de colocarlas al horno.	69
Figura N° 38 Realizando el proctor modificado en el laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte.	70
Figura N° 39 Agregando el contenido óptimo de agua al material.	70
Figura N° 40 Utilizando el CINVA RAM para la elaboración de adobes.	71

Figura N° 41 Visita de la asesora Ing. Anita Alva a la elaboración de adobes.	71
Figura N° 42 Colocación de los adobes para el secado.	72
Figura N° 43 Transporte de las unidades hacia la Universidad Privada del Norte para realizar los respectivos ensayos a compresión y flexión.	72
Figura N° 44 Tomando datos de las dimensiones de las unidades de adobe compactado. .	73
Figura N° 45 Sometiendo la unidad de adobe compactado a un esfuerzo de flexión.	73
Figura N° 46 Tomando datos de la deformación en la resistencia a compresión de las unidades de adobe compactado.	74
Figura N° 47 Representación del límite líquido	75
Figura N° 48 Curva granulométrica por lavado.	76
Figura N° 49 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) P1	80
Figura N° 50 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) P2	81
Figura N° 51 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) P3	82
Figura N°52 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) P4	83
Figura N° 53 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) P5	84
Figura N° 54 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) P6	85
Figura N° 55 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) P1	86
Figura N° 56 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) P2	87
Figura N° 57 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) P3	88
Figura N° 58 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) P4	89
Figura N° 59 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) P5	90
Figura N° 60 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) P6	91
Figura N° 61 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) 0.10%-1	92
Figura N° 62 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) 0.10%-2.....	93
Figura N° 63 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) 0.10%-3.....	94

Figura N° 64 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) 0.10%-4.....	95
Figura N° 65 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) 0.10%-5.....	96
Figura N° 66 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) 0.10%-6.....	97
Figura N° 67 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) 0.10%-1.....	98
Figura N° 68 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) 0.10%-2.....	99
Figura N° 69 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) 0.10%-3.....	100
Figura N° 70 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) 0.10%-4.....	101
Figura N° 71 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) 0.10%-5.....	102
Figura N° 72 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) 0.10%-6.....	103
Figura N° 73 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) 0.50%-1.....	104
Figura N° 74 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) 0.50%-2.....	105
Figura N° 75 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) 0.50%-3.....	106
Figura N° 76 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) 0.50%-4.....	107
Figura N° 77 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) 0.50%-5.....	108
Figura N° 78 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) 0.50%-6.....	109
Figura N° 79 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) 0.50%-1.....	110
Figura N° 80 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) 0.50%-2.....	111
Figura N° 81 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) 0.50%-3.....	112
Figura N° 82 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) 0.50%-4.....	113
Figura N° 83 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) 0.50%-5.....	114
Figura N° 84 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) 0.50%-6.....	115
Figura N° 85 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) 1.00%-1.....	116
Figura N° 86 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) 1.10%-2.....	117
Figura N° 87 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) 1.00%-3.....	118
Figura N° 88 Curva esfuerzo (kg/cm ²) vs deformación (mm) 1.00%-4.....	119

Figura N° 89 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 1.00%-5	120
Figura N° 90 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 1.00%-6	121
Figura N° 91 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 1.00%-1	122
Figura N° 92 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 1.10%-2	123
Figura N° 93 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 1.00%-3	124
Figura N° 94 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 1.00%-4	125
Figura N° 95 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 1.00%-5	126
Figura N° 96 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 1.00%-6	127

ÍNDICE DE ECUACIONES

Fórmula N° 1: Contenido de humedad	35
Fórmula N° 2: Índice de plasticidad	39
Fórmula N° 3: Densidad húmeda	42
Fórmula N° 4: Densidad seca del espécimen compactado	42
Fórmula N° 5: Resistencia a la compresión simple	49

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó un estudio de la resistencia a flexión y compresión del adobe compactado al incorporar fibras de yute, en diferentes porcentajes (0.1%, 0.5% y 1.0%) con respecto al adobe patrón, para ello se utilizó el material de la cantera “Cruz Blanca” debido a que era la de mayor acceso y mejor disponibilidad. Se determinó las características del material, con ensayos en laboratorio; los que fueron contenido de humedad, análisis granulométricos, los límites de consistencia y proctor modificado. Una vez obtenido todas las propiedades del material, y de obtener las fibras de 25 mm cada una; se dispuso a elaborar 6 unidades por incorporación, en la maquina CINVA RAM. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, la resistencia a compresión cumple con la hipótesis planteada parcialmente, debido a que a medida que se le va incorporando yute al adobe compactado, la resistencia a compresión va en aumento, mejorándolo en más de 10% a comparación del adobe compactado sin incorporación (patrón); pero este aumento se ve interrumpida en la última incorporación de 1% de fibra de yute; a pesar de ello sigue mejorando al adobe en más de 10%. Por otro lado, los resultados de la resistencia a flexión cumplen con la hipótesis de mejorar en más de 10%; no se ven interrumpidos y van en ascenso a medida que se le incorpora las fibras de yute a 0.10%, 0.50% y 1% con respecto al peso del adobe patrón.

Palabras clave: Yute, compactado, adobe patrón, flexión, compresión, fibra.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Adobe se llama también, en general, a la tierra arcillosa que se moldea a mano y que, para su mejor protección, debe dotarse de un estabilizador. Solo es aconsejable en zonas de clima seco, ya que resulta menos homogéneos que la tierra apisonada (Ferrer, 2010).

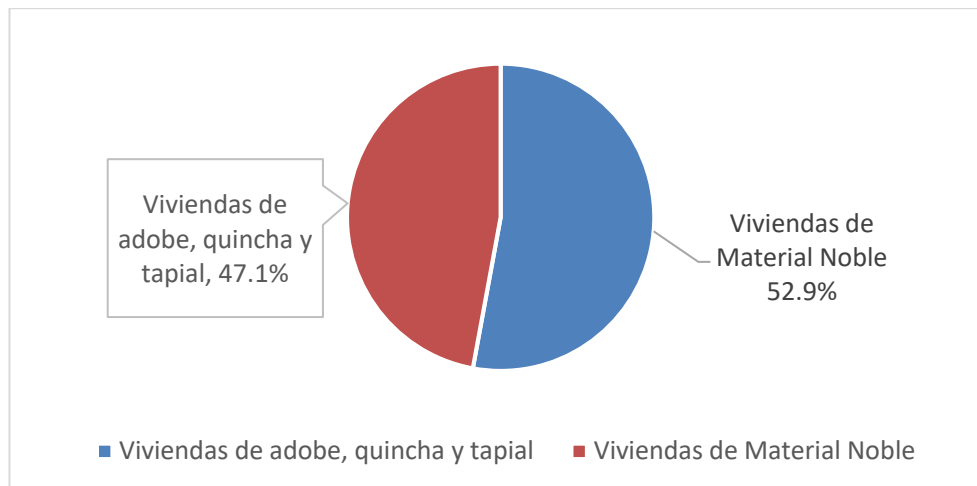
El adobe es el material de construcción utilizado con mayor antigüedad por la humanidad, y es la base de una de las tecnologías que mejor se adaptan al medioambiente y a formas contemporáneas de concebir la construcción sostenible (Arteaga, Medina y Gutiérrez, 2011).

Según Bestraten, Hormías y Altemir (2011), menciona que, para la fabricación y procesado de los adobes, se emplea mucha menos energía que la necesaria para fabricar otros materiales convencionales. Para la fabricación de ladrillos o de bloques de hormigón, así como de los cementos, se recurre a la quema de combustibles fósiles para obtener las altas temperaturas necesarias en su procesado industrial, necesita 15 veces más energía. En cambio, el adobe se puede fabricar a mano y dejar secar al sol.

Según Blondet, Villa y Brzev (2003), el adobe es muy utilizado en todas partes del mundo por el bajo costo que éste representa; además de ser una tecnología constructiva simple. De igual forma en nuestro país se ve reflejado su gran demanda como lo menciona el Instituto Nacional de Estadística e Informática, que para el año 2013 en el Perú existían 7 millones 828 mil 571 viviendas particulares de este total, 3 millones 688 mil 452 (47.1%) de viviendas predomina en sus paredes exteriores materiales

como el adobe (33.06%), tapial o quincha (1.8%), piedra con barro (0.7%), madera, estera; y otros materiales (16.54%). Asimismo, informó que en los departamentos de Cajamarca y La Libertad predomina el adobe, tapial y quincha, en sus en paredes externas (INEI, 2013).

Figura N° 1 Tipo de material utilizado en paredes de viviendas peruanas (2013)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2013.

La capacidad de aislante térmico de los muros construidos con tierra reduce o incluso evita el uso de sistemas de climatización, lo que supone un ahorro económico, energético y de emisiones de Co2 muy importante. Una vivienda construida en adobe o tapial en países fríos y que contase con alguna técnica ecológica de climatización, como por ejemplo la energía solar pasiva, podría llegar a prescindir totalmente de sistemas de calefacción que consuman combustibles (Bestraten et.al., 2011).

El adobe por estar constituido con materiales locales y presentes naturalmente en el medio, puede tener una reintegración total a la naturaleza una vez que el edificio ya ha pasado su vida útil. En cambio, el ladrillo, el hormigón/concreto y el cemento no se reintegran a la naturaleza una vez que el edificio ha perdido su función, quedando

como escombros y provocando un impacto ambiental mucho mayor. Debido a su naturaleza físico-química, la tierra cruda presenta una gran resistencia al fuego, resultando claramente superior a otros materiales como el acero y el ladrillo (Bestraten et.al., 2011).

Sin embargo, la construcción tradicional de adobe tiene una respuesta muy mala ante los movimientos telúricos, sufriendo daño estructural severo o llegando al colapso, causando con ello pérdidas significativas en términos de vida humana y daño material (Blondet et.al., 2003).

Como también lo menciona Bestraten et al. (2011), debido a la naturaleza mecánica del material, las estructuras de adobe y de tapial son vulnerables al efecto de los temblores y de los terremotos. Debido a esto Blondet et al. (2003) afirma que la deficiencia sísmica de la construcción de adobe se debe al elevado peso de la estructura, a su baja resistencia y a su comportamiento frágil. Durante terremotos severos, debido a este gran peso, las estructuras desarrollan niveles elevados de fuerza sísmica, que son incapaces de resistir y por ello fallan violentamente

En el Perú, y principalmente en la costa, el país se encuentra afectado por frecuentes terremotos que se originan por la interacción entre la placa tectónica de Nazca y la placa de América del Sur (Cuadra, Saito, Zavala y Díaz, 2010).

Sobre la problemática del adobe, Alcocer (1996), menciona que: “En general se han sugerido tres filosofías para mejorar el comportamiento de la estructura ante acciones

sísmicas: a) incrementar la resistencia, b) aumentar la capacidad de deformación elástica, o c) aumentar ambas”.

Por ello, se está en busca de un mejor adobe para la construcción proveniente de arcilla que no cause malestar alguno al medio ambiente y que cumpla con los requerimientos de seguridad ante las sollicitaciones sísmicas (Martínez, Hernández, López y Menchaca, 2015).

Por otro lado, el adobe sufre diversas degradaciones, debido a una fuerza de cohesión baja y una baja resistencia a la humedad (Minke, 1994). El efecto de la capilaridad, debido a la presencia de poros en la micro estructura, tiene un papel importante en la degradación por humedad, la cual reduce el periodo de vida del material (Calabria, 2008).

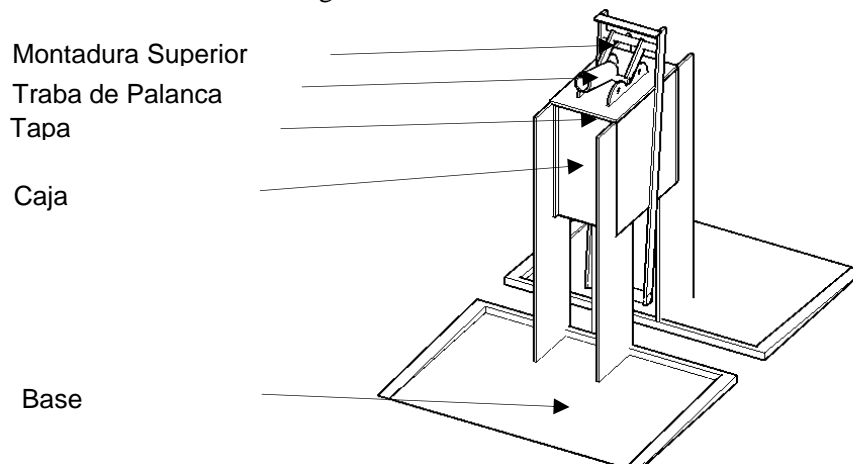
También menciona Bahar (2004), el agrietamiento es la principal causa de la disminución en la durabilidad de las estructuras construidas con dicho material, por lo que se han incluido materiales adicionales, para la protección de la intemperie, incrementando los costos de construcción. Además, esta baja resistencia incide directamente en la seguridad estructural en las edificaciones construidas con este material.

A partir de esta problemática surge el interés por revalorizar los bloques de tierra debido a sus ventajas como sistema constructivo, además la tierra es de fácil obtención y no necesita de mano de obra especializada para su extracción (Vázquez y Guzmán, 2015).

El adobe compactado surge como una alternativa para retomar el uso del suelo como material de construcción, debido a que presenta mejores características mecánicas, al mejorar el proceso de fabricación y propiedades estructurales proporcionadas por el proceso de compactación (Jiménez, 1990). Así también Ríos (2010), expresa que la compactación en el adobe es una alternativa en la que se aprovecha para minimizar sus desventajas de resistencia, ya que al adicionarle una fuerza de compactación con una prensa al adobe tradicional se obtiene un material más homogéneo. El efecto que la compactación produce, un aumento en la densidad del adobe y su resistencia mecánica debido a que se disminuye la porosidad.

La máquina CINVA RAM permite realizar esta compactación en una unidad de adobe, debido que a medida en que se va comprimiendo la mezcla se incrementa la presión sobre ésta. Esta máquina fue desarrollada por el ingeniero Raúl Ramírez (RAM) del CINVA - Centro Interamericano de vivienda y planeamiento en Colombia, dentro del proyecto 22 de la OEA. Se produce un bloque de construcción de buena resistencia y durabilidad, además está considerada como una de las tecnologías latinoamericanas más difundidas en el mundo (Valencia, Limón Villalba, y Arruda, 2001).

Figura N° 1 Prensa CINVA-RAM



Fuente: Adaptado CETA-Ram,1981

Y la solución para los problemas internos como retracción por secado, erosión entre otros es necesario la estabilización de suelos, que es el conjunto de procedimientos que permiten mejorar sus características, pudiéndose definir un procedimiento de estabilización como un método físico, químico y mecánico que le permite a un suelo satisfacer los requerimientos para su utilización en una obra, siendo la estabilización el proceso de mejoramiento más usado para elevar la resistencia de los suelos (Ortiz, 2006).

Estabilización con fibras, es una alternativa pues crea un armazón interno, lo que aporta una mejora en el reparto de las tensiones en la matriz terrosa, pudiendo incrementar la resistencia a flexión y a cortante, y ayudando a evitar la retracción (Ortiz, 2006).

Binici, Aksogan y Shah (2004), expresa que la distribución de las fibras es arbitraria, a medida que su número aumenta, la resistencia a la tracción y las propiedades de elasticidad del lodo mejoran el ladrillo

La fibra orgánica también presenta gran importancia debido a que limita las variaciones de volumen que se producen en el adobe durante el proceso de retracción que ocurre en la etapa de secado. Es decir, evita que el ladrillo se fisure en exceso durante esta etapa (Saroza, Rodríguez, Menéndez y Barroso, 2008).

Para mejorar la durabilidad del adobe y su resistencia se han utilizado materiales como la paja, fibras vegetales y sintéticas para darle mayor estabilidad al adobe, evitar las fisuras y evitar la contracción de secado. Las fibras vegetales proveen rigidez y fuerza

a los compuestos, son fácilmente reciclables y a diferencia de las fibras como la de vidrio no son quebradizas (Caballero, Silva y Montes, 2010).

Figura N° 2 Fibra de coco utilizados en adobes estabilizados



Fuente: Soares, Cabral y Pino, 2008

Algunas ventajas que aporta la incorporación con fibras son:

1. Mejora del reparto de las tensiones internas y externas de la matriz terrosa.
2. Contrarrestar los movimientos y las tensiones diferenciales de retracción.
3. Recortar los defectos de la erosión sobre los paramentos de tierra (Cid, 2012).

En el ladrillo de barro, hay fibras en las direcciones longitudinal y transversal. Estas fibras evitan las deformaciones que pueden aparecer en el ladrillo, preservando así su forma y evitando que las regiones cercanas a la superficie se aplasten y se caigan (Binici et.al., 2004).

No obstante, la mayoría de las fibras orgánicas tienen las desventajas de tener que ser picadas en trozos pequeños para poder ser mezcladas en la masa de adobe, y la de disminuir la trabajabilidad del mismo (Saroza et.al., 2008).

Sobre todo, existe en investigaciones científicas que reafirman lo expresado por estos autores como la de Clariá y Vettorelo (2014), “Suelos reforzados con fibras: Estados del arte y aplicaciones” publicado en la revista: FCEF y N- Argentina donde analizó tipos y contenidos usuales de fibras sintéticas como: polipropileno, monofilamento de poliamida, alcohol de polivinilo y naturales como: sisal, yute, fibras de coco, palmera y celulosa procesada; utilizados en suelos granulares como cohesivos. Se describen mediante modelos predictivos desarrollados por bibliografía; concluyendo que la incorporación de fibras aumenta la resistencia a corte principalmente a grandes deformaciones y les brinda mayor ductilidad tanto a suelos granulares como a cohesivos.

Donde Cruz (2005), menciona que los suelos granulares, no tienden a juntarse ni a adherirse, sus partículas son relativamente grandes, también llamados suelos granulares o friccionantes, y por otro lado los suelos cohesivos, partículas muy pequeñas, predominan los efectos electroquímicos superficiales. Las partículas tienden a juntarse (interacción agua partícula)

Soares, Cabral y Pino (2008), en su investigación científica: “Ladrillos de tierra cruda estabilizados con fibras de coco verde: Alternativa para vivienda de interés social” publicada en la revista SOBER, Sociedad brasileña de Economía, Administración y Sociología rural, realizaron una investigación donde propusieron la utilización de la fibra de coco verde incorporada en la construcción de ladrillos de adobe. Las fibras fueron cedidas a partir de una asociación llamada “EMBRAPA”. La fibra insertada al adobe tiene características de actuar como un esqueleto principal debido a la presencia de celulosa, lignina y hemicelulosa actuando dando una mayor cohesión entre los

componentes. Se confeccionó 8 ladrillos con fibras en el trazado del 10% en volumen y 8 ladrillos sin fibras (suelo) como muestra de referencia y se realizó el ensayo de compresión simple según las normas brasileñas de ladrillo macizo de barro cocido. Los ladrillos con la presencia de fibras obtuvieron un aumento del 25% en la resistencia a la muestra de referencia. Se concluyó que la utilización de la fibra del coco verde incorporada al adobe es una alternativa viable económicamente para la construcción de viviendas de interés social.

Caballero et al. (2010), en su investigación científica: “Resistencia mecánica del adobe compactado incrementada por bagazo de agave” publicada en Congreso internacional anual de la Somim – México, realizaron un estudio para determinar concentraciones de fibra de bagazo de Agave en el adobe compactado, con el objetivo de incrementar su resistencia a la flexión y a compresión. Para determinar el incremento de la resistencia se realizaron pruebas con adobes compactados hechos con suelo sin fibra, posteriormente fue incorporada fibra con longitudes de 10, 15, 20 y 25 mm, con concentraciones de 0.25, 0.50, 0.75 y 1% con respecto al peso del adobe, manteniendo constante el porcentaje de humedad. Al incorporar al adobe compactado, fibra con longitud de 25 mm y concentración de 1%, se incrementó la resistencia a compresión en 24.12% de 6.85 a 8.512 Mpa (69.85 a 86.77 kg/cm²). En la investigación concluye que la resistencia a flexión hubo un incremento de 7.86% con fibra de 25 mm de longitud y concentración de 0.75%.

También existen investigaciones en nuestra nación sobre adiciones, Roel (2017), en su tesis “Prototipo de vivienda con adobe mejorado en el distrito de Chupa-Azángaro” publicada por la Universidad Nacional del Altiplano propone satisfacer la ascendente

necesidad de viviendas económicas y sustentables con una serie de métodos y técnicas; de tal manera que no haga mucho impacto con el medio ambiente. Para el desarrollo de este proyecto utilizo, un adobe mejorado con porcentajes de PET (0.1, 0.2 y 0.3%) y 5% de cemento, para aumentar sus propiedades mecánicas; el resultado en una de sus conclusiones muestra que el adobe mejorado con PET y 5% de cemento, obtuvo una mejora en su resistencia a compresión de 21.86% a comparación con el adobe sin mejora.

Shariful y Iwashita (2010), en su artículo científico “Respuesta sísmica de fibra reforzada y estructuras de adobe estabilizadas” publicada en la revista: Procedimientos de proyecto de adobe en Getty- Los Ángeles – California, estudiaron el refuerzo del mortero mediante las fibras de yute en base a muestras de adobe de edificaciones antiguas, se identificó su granulometría y se diseñó un mortero similar. Con este nuevo mortero se elaboraron probetas, agregando diferentes tipos de fibras a cada una: yute, paja y cáñamo. Luego se desarrollaron pruebas de esfuerzos uniaxiales. Se concluyó que el mortero reforzado con yute obtuvo un mejor comportamiento dúctil y una mayor dureza, con un contenido de 2% de éste y una longitud de 1 a 2 cm.

Las fibras de yute son compuestos básicamente de cadenas celulósicas y semi celulósicas paralelas y de lignina (Wuttke y Hinrichsen, 2004). Su utilización debido a la riqueza en ligninas la hace ideal como material para refuerzo evitando la erosión de taludes, control de la erosión, antihierba y antiraíces, protector de viñedos, frutales, etc (Wovens, 2006).

Tabla N° 1

Composición de la fibra de yute

Componentes	(%)
Celulosa	64.4
Hemi-celulosa	12.0
Pectina	0.2
Lignina	11.8
Sustancias solubles en agua	1.1
Cera	0.5
Agua	10.0

Fuente: Beltrán, Pino, Hernández, Otero y Terán, 2014.

Figura N° 3 Textura de yute



Fuente: Teixistren, 2017

Las propiedades mecánicas de las fibras resultan bastante diversas y dependen mucho de las condiciones en las que se encuentra la fibra, principalmente en cuanto a su grado de humedad.

Tabla N° 2

Propiedades de la fibra natural de yute

Fibra	Módulo de Young's (GPa)	Resistencia en Tracción (MPa)	Densidad específica	Espesor (mm)
Yute	38	393	1.3	0.45

Fuente: Beltrán, Pino, Hernández, Otero y Terán, 2014.

Y en nuestro medio local donde se ve presenciado la mejora de incorporación de adición en el adobe como lo afirma Carhuanambo (2016), en su tesis “Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y aserrín, Cajamarca 2016”, elaboró unidades de adobe compactado con la adición de la viruta y aserrín de Eucalipto en porcentajes de 1.5%, 3.0% y 4.5% con la finalidad de mejorar sus propiedades mecánicas y físicas. Para ello utilizó material de Santa Bárbara Alta, realizó los respectivos ensayos en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte, los elaboró y finalmente realizó los ensayos de compresión y flexión, resultándole que los adobes con adición de viruta aumentan la resistencia en un 32% y un 35% respectivamente, a un adobe patrón; caso contrario con la incorporación de aserrín de eucalipto mostrando descenso en sus resultados.

Sin lugar a dudas, el adobe como se mencionó anteriormente, es aun en la actualidad muy utilizado por sus diferentes beneficios; como su fácil proceso de producción (no necesita procesos de combustión como los ladrillos de arcilla), por su accesibilidad y además por su bajo costo. Pero a pesar de ello, sus principales problemas son su permeabilidad y su bajo comportamiento ante movimientos telúricos. Estos dos problemas hacen que este material sea poco seguro al momento de su utilización en construcciones, como se evidenció en el terremoto en Chíncha y Pisco el 2007 donde hubo pérdidas humanas y de materiales. Esta problemática también se encuentra latente en nuestra ciudad, pues aún se realizan adobes y muros muy pesados que ante un eventual movimiento, harán que tengan un comportamiento frágil.

Estos dos inconvenientes tienen soluciones; para combatir el problema interno se ha encontrado que al adicionar fibras de celulosa (yute) en suelos granulares y cohesivos

aumenta su cohesión, la resistencia a corte y controla la fisuración. Por otro lado, la deficiencia sísmica se debe a su baja resistencia, y puede mejorarse en cierta manera aumentando las propiedades mecánicas de las unidades de adobe; en este caso los adobes compactados elaborados en la maquina CINVA RAM han mostrado una mejora en su resistencia físico mecánica y se verá mayormente beneficiado si se le adiciona yute. Pero se desconoce en cuanto y que porcentaje, puede mejorar sus propiedades mecánicas al adicionarle esta fibra.

1.2. Formulación del problema

¿En cuánto aumenta la resistencia a flexión y compresión axial del adobe compactado con adición de fibras de yute?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la resistencia a la flexión y compresión axial del adobe compactado con adición de fibras de yute.

1.3.2. Objetivos específicos

- Clasificar el suelo para la elaboración de adobe compactado mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos mediante los ensayos de análisis granulométrico y plasticidad.
- Determinar densidades máximas y contenidos óptimos, mediante el ensayo de proctor a las diferentes muestras de suelo con y sin incorporación.
- Comparar la variación de la resistencia a flexión y compresión axial del adobe compactado con y sin fibras de yute.

1.4. Hipótesis

La resistencia a la flexión y compresión axial del adobe compactado aumenta conforme incrementa el porcentaje de incorporación de yute, llegando a más de 10%.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Experimental

2.2. Población y muestra

Para esta investigación se realizaron 48 unidades de adobe compactado, 24 unidades para compresión y 24 para flexión; distribuidos de la siguiente manera:

Tabla N° 3

Muestra para ensayos

TIPO DE MUESTRA	SOMETIDOS A COMPRESIÓN N	SOMETIDO S A FLEXIÓN
Muestra patrón de adobe compactado	6	6
Adobe con fibra de yute en porcentaje de 0.1%	6	6
Adobe con fibra de yute en porcentaje de 0.50%	6	6
Adobe con fibra de yute en porcentaje de 1.0%	6	6
TOTAL	24	24

2.3. Materiales, instrumentos y métodos

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Para realizar de la investigación, la técnica principal fue la de muestreo de resultados debido a que el tipo de investigación es experimental. La finalidad es de comprobar o probar la hipótesis establecida, para ello se tuvo que elaborar unidades de adobes con material areno- arcillosa extraído de cantera “Cruz Blanca”. Las propiedades de este material se obtuvieron gracias a los ensayos de suelos realizados en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte Cajamarca con ayuda de guías y protocolos de ensayos de laboratorio elaborados con fundamento en normas correspondiente a suelos. Estos protocolos se basan en los ensayos: contenido de humedad (MTC E 108/ASTM D2216/ NTP 339.127), granulometría (MTC E107), límites de Atterberg (ASTM D43218/NTP 339.130 - NTP E111) y proctor modificado (MTC

E115/ASTMD1557/NTP 339.141). Finalmente, gracias a los resultados obtenidos por los ensayos anteriores se elaboran los adobes patrón y con incorporaciones, que se sometieron a ensayos a compresión y flexión en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte, que mediante observación directa y focalizada en manuales y normas se pudieron obtener los resultados finales, para dar como verificada o comprobada la hipótesis.

2.5. Procedimiento

a. Obtención del material a emplear

En primera instancia se consideró la cantera de Cruz Blanca por los antecedentes que esta presentaba en anteriores investigaciones, como la de Cotrina, Limay y López (2014), “Comparación de la resistencia a la compresión de unidades de adobe sin paja con unidades de adobe con paja en Cruz Blanca – Cajamarca”

b. Ubicación de la cantera:

Para llegar a la cantera ubicada en Cruz Blanca, la ruta se encuentra totalmente pavimentada permitiendo un acceso al lugar en movilidad particular, ya que no se cuenta con una línea de transportes pública.

Datos de la cantera:

- Provincia: Cajamarca
- Distrito: Cajamarca
- Caserío: Cruz Blanca
- Coordenadas UTM: 774933.24 m E
9204548.76 m S

- Zona: 17
- Datum: WGS84
- Huso: M
- Nombre del Propietario: Edith Quispe
- Accesos:

Tabla N° 4

Accesos, indicaciones y tiempo del lugar de la cantera Cruz Blanca




Origen- Destino	Indicaciones	Modalidad de Transporte	Tiempo
Plaza de Armas- Cruz Blanca	Por Av. Independencia	 Vehículo	20 min.
Cementerio General de Cajamarca - Cruz Blanca	Por Av. La Paz y Av. Héroes del Cenepa	 Vehículo	12 min.
	Por Av. Alfonso Ugarte y Av. Héroes del Cenepa	 Vehículo	12 min

Figura N° 4 Ubicación de la cantera Cruz Blanca



Fuente: Google maps, (s.f.).

Se hizo un reconocimiento de la cantera para determinar la manera de transporte, costo y disponibilidad del material, una vez obtenido todos estos datos. Se hizo la visita a la cantera se transportó muestras de este material para la realización de los ensayos respectivos que determinarían sus propiedades en el laboratorio.

Figura N° 5 Extracción del material de la cantera “Cruz Blanca”



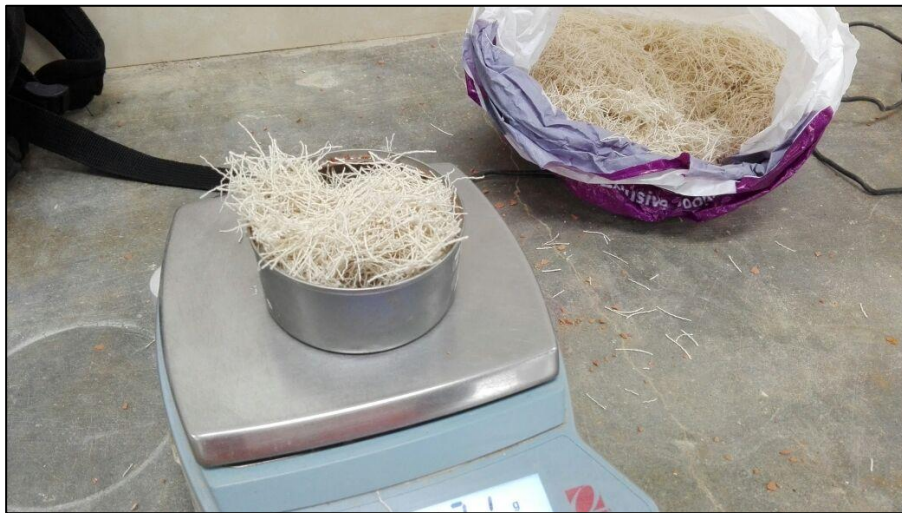
Figura N° 6 Transporte del material tamizado de la cantera Cruz Blanca.



c. Incorporación de yute.

Para la incorporación en este caso la fibra de yute, se tuvo información de su composición, elaboración y otras propiedades directamente de la web por ser de uso industrial; por ello solo se determinó el peso al realizarse la transformación de la materia prima a fibras, hileras o tramas de aproximadamente 2.5 cm.

Figura N° 7 Fibras de yute



d. Estudio de suelos

Para la elaboración de adobes se realizó el estudio de suelos en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte, se realizó los diferentes ensayos para clasificar los suelos.

• Humedad

Es la cantidad de agua que hay en una muestra de suelo, se determinó como la relación que existe entre el peso de agua (W_w) contenida en la muestra y el peso de su fase sólida (W_s).

Fórmula N° 1: Contenido de humedad

$$(W\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100 \quad \dots\dots\dots (1)$$

Para el contenido de humedad se tomó tres muestras de aproximadamente 100 gramos del material extraído a estudiar, se introdujo el material en taras previamente pesadas, se tomó los datos de estas conjuntamente y se colocó al horno por 24 horas.

Al sacar las muestras del horno se volvió a pesar para obtener el peso seco de la muestra (peso húmedo – peso seco) así determinar qué cantidad con respecto al peso del agua contenida la muestra y se procesan los datos obtenidos para obtener el porcentaje promedio del contenido de humedad del suelo resultándonos 9.57%, este ensayo se realizó siguiendo la norma (MTC E 108, 2000)

Figura N° 8 Sacando las muestras con material de la cantera del horno pasado 24 horas.



- **Límites de consistencia o Atterberg.**

En mecánica de suelos puede definirse la plasticidad como la propiedad de un material por la cual es capaz de soportar deformaciones rápidas, sin rebote elástico, sin variación volumétrica apreciable y sin desmoronarse ni agrietarse (Juárez y Rodríguez, 2005). Por medio de ella se mide el comportamiento de los suelos en

todas las épocas. Para conocer la plasticidad de un suelo se hace uso de los límites de Atterberg (Crespo, 2004).

Para determinar estos límites se realizó el ensayo de límite líquido, límite plástico y por diferencia se calculó el índice de plasticidad siguiendo la norma (NTP 339.129, 1999). Para el desarrollo del ensayo se colocó material tamizado por la malla N° 40 aproximadamente 300 gr. en la capsula de porcelana, se colocó agua hasta que llegue a una consistencia pastosa.

Se introdujo en la copa Casagrande haciendo una ranura, donde la muestra quede dividida en dos partes, con la espátula para luego ejecutar los golpes (6 a 35), se registraron el número de golpes y finalmente se saca una porción de la copa para introducirla al horno que después de 24 horas se determinara su humedad; para este ensayo se realizaron 3 tomas de datos en la cual tres formaran la recta para determinar el límite líquido.

Seguidamente se dibujó la curva de fluidez (la recta) en escala semilogarítmica, en el eje de abscisas se registró el número de golpes en escala logarítmica, en el eje de ordenadas los contenidos de humedad en escala natural y se halló la ordenada correspondiente a los 25 golpes en la curva de fluidez, este valor fue el límite líquido del suelo.

Figura N° 9 Realizando el ensayo de límite líquido



Según la norma técnica peruana NTP 339.129 (1999), el límite plástico es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados plásticos y semisólido.

Este ensayo se realizó haciendo rollitos de 3mm en una placa de vidrio y de misma forma se colocaron en taras al horno que después de 24 horas se tomaron los resultados, con el fin de conocer la plasticidad del suelo estas dos propiedades (plástico y líquido) conjuntamente con el ensayo de granulometría ayudaron a clasificar el suelo, mediante la clasificación SUCS. Para así determinar el tipo de molde de proctor modificado.

Figura N° 10 Realizando el ensayo de límite plástico



Finalmente se utilizaron los datos de límite líquido y límite plástico en la siguiente formula donde se halló el índice de plasticidad

Fórmula N° 2: Índice de plasticidad

$$PI = LL - LP \dots\dots (2)$$

Dónde: LL = límite líquido

PL = límite plástico

- **Ensayo de Granulometría por lavado**

La clasificación de los suelos fue uno de los primeros objetivos de la mecánica de suelos. Actualmente la clasificación de suelos está basada en las propiedades mecánicas de los suelos y a la vez es preponderantemente cualitativa para evitar complejidades cuantitativas. Este ensayo fue por lavado debido a que la muestra presenta limos y arcillas y nos sirve para saber la composición de tamaño de las partículas del suelo mediante la norma NTP 339.128, 1999.

Figura N° 11 Granulometría por lavado debido a la presencia de limos y arcillas.



Figura N° 12 Colocando la muestra lavada al horno



Figura N° 13 Extrayendo la muestra y pesándola



- **Ensayo de Proctor.**

El objetivo del ensayo proctor es determinar la relación entre el contenido de humedad y el peso unitario seco compactado con una energía de compactación determinada, es decir determinar el contenido de humedad para el cual el suelo alcanza su máxima densidad seca. También se puede definir como el mejoramiento artificial de las propiedades del suelo por medios mecánicos, con los cuales se disminuye los vacíos, se incrementa la resistencia y se disminuye la capacidad de deformación (NTP 339-141, 1999).

Para este ensayo se secó el material y se separó en 4 bolsas de plástico por variación, con un peso de 4.0 kg cada uno, las cuales se adicionó el porcentaje de agua variando 1.5% (mínimo) dejándose conservar un día. Mediante granulometría se determinó el método A del proctor modificado, ya que al pasar el material seco por

la malla numero 4 el porcentaje retenido fue menor al 20%. Este ensayo se realizó siguiendo la norma (NTP 339-141, 1999).

Fórmula N° 3: Densidad húmeda

$$\rho_m = \frac{(M_t - M_{md})}{1000 * V} \dots\dots\dots (3)$$

Donde:

ρ_m = Densidad Húmeda del espécimen compactado (kg/m³)

M_t = Masa del espécimen húmedo y molde (kg)

M_{md} = Masa del molde de compactación (kg)

V = Volumen del molde de compactación (m³)

Fórmula N° 4: Densidad seca del espécimen compactado

$$\rho_d = \frac{\rho_m}{1 + \frac{w}{100}} \dots\dots\dots (4)$$

Donde: ρ_d = Densidad seca del espécimen compactado (kg/m³)

w = contenido de agua (%)

Figura N° 14 Preparando el material para el ensayo de proctor.



Figura N° 15 Molde con muestra patrón



Luego se realizó la compactación de la muestra patrón y de la muestra con porcentajes de 0.1%, 0.5% y 1.0%, mediante 25 golpes por capa en un total de 5 capas según proctor modificado.

Figura N° 16 Realizando la compactación de las muestras.



e) **Diseño experimental**

Teniendo la clasificación de suelos y cumpliendo con la norma se realizó el diseño de mezclas utilizando el proctor para utilizar la cantidad de agua por adobe de acuerdo al máximo contenido de humedad.

- **Fabricación de adobes**

Era de suma importancia contar con herramientas como una balanza, tinas para mojar el material, las incorporaciones, probetas graduadas para el agua y la maquina compactadora. Para la elaboración de adobes se tuvo un procedimiento empírico o volumétrico es decir determinar la cantidad de material que ocupara un volumen en este caso el molde de la máquina, el procedimiento consistió en llenar el molde de la maquina CINVA RAM controlando la cantidad que se coloca, se comprime la unidad con la máquina y se mide el adobe para ver si tiene las características deseadas, el procedimiento se hace 4 veces y se hace un promedio de esos tres pesos, las cuales fueron 9.400, 9.500, 9.560 y 9.680 resultándonos 9.550 kg el peso ideal para elaborar nuestras unidades.

Figura N° 17 Separación del material en bolsas de 9.550 kg



La fibra de yute se incorporará mediante porcentaje con respecto al peso de la unidad es decir de 9.550 kg, el cálculo se pudo determinar mediante la siguiente tabla

Tabla N° 5

Cálculo de cantidad de yute con respecto al peso del adobe

%	Peso del adobe (kg)	Cantidad (und)	Producto
0.10%	9.550	12	0.114 kg
0.50%	9.550	12	0.573 kg
1.00%	9.550	12	1.146 kg
Total			1.833 kg

Figura N° 18 Separación del yute incorporación 1% con respecto al peso del adobe.



Seguidamente se mezcló el material separado con el contenido óptimo de agua determinado en proctor para las muestras patrón y las incorporaciones respectivamente. Una vez preparado la mezcla, se limpió y lubricó con aceite el recipiente de la CINVA-RAM, se vertió la mezcla en tres capas, entre las cuales se ejerció presión en las cuatro esquinas y en el centro para obtener un llenado uniforme y reducir espacios de aire, en la tercera capa se enrasó y se verificó que no queden vacíos en la superficie, se cierra el recipiente y se acciona el mecanismo bajando la

palanca de la CINVA-RAM, que aplica presión sobre el material y conforma el bloque. Luego, se regresó la palanca a su posición de descanso o inicial y se retiró el bloque tomándolo por las caras laterales para evitar daños en las aristas.

Figura N° 19 Usando la maquina CINVA RAM.



De la misma forma se incorporó las fibras de yute en diferentes porcentajes 0.10%, 0.50% y 1% con respecto al peso del adobe patrón hallado anteriormente, para las diferentes muestras a evaluar.

Figura N° 20 Elaboración de los adobes en la maquina CINVA RAM



Se protegió a los bloques o adobes de vientos y lluvias en un lugar techado para asegurar el secado durante 28 días, luego se llevó al laboratorio de la Universidad Privada del Norte para realizar las pruebas de resistencia.

Figura N° 21 Adobes compactados listos para su secado.



f) Evaluación de las propiedades de los adobes

Ensayo a flexión.

Para realizar la prueba de módulo de ruptura (prueba a flexión) el espécimen de prueba estuvo sostenido en posición plana sobre un claro de diez y ocho centímetros y se cargó en el centro del claro. La carga se aplicó sobre la cara superior del espécimen por medio de una placa de apoyo de seis milímetros de espesor, de cuatro centímetros de ancho y con una longitud cuando menos igual al ancho del espécimen. Los apoyos del espécimen de prueba deberán tener libertad de rotación tanto en dirección longitudinal como transversal y deberán estar ajustados de tal manera que no ejerzan fuerza alguna en ninguna de las direcciones mencionadas. La dirección en que se aplique la carga deberá ser perpendicular a la superficie cargada del espécimen

Este ensayo se realizó en la Universidad Privada del Norte en el laboratorio de concreto en la máquina para ensayo a compresión. Según norma E-080 la resistencia a compresión y flexión de la unidad se determinarán con unidades secas, éstas se deberán ensayar en un mínimo de 6.

Figura N° 22 Realizando el ensayo de flexión conjuntamente con el laboratorista Sr. Víctor Cuzco.



Ensayo a compresión

Las dimensiones de las unidades sometidas a la prueba compresión fueron la mitad de las elaboradas en la maquina CINVA RAM para flexión, resultando unos 6 cubos por muestra donde se realizaron cargas en la cara superior de la misma, generando una deformación, el procedimiento para determinar la resistencia será la siguiente:

Fórmula N° 5: Resistencia a la compresión simple

$$\sigma = P_m / A_b \quad \dots\dots\dots (5)$$

Fuente: NTP. 399.613, 2003

Donde:

F_b= Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (kg/cm²)

P_m= Carga máxima de rotura (kg)

A_b= Área bruta de la unidad de albañilería (cm²)

La resistencia última apta para ser evaluada es 1.0MPa, equivalente a 10.2 kgf / cm² (RNE 080, 2017).

Figura N° 23 Tomando datos de la deformación en la resistencia a compresión de las unidades de adobe compactado.



CAPÍTULO III. RESULTADOS

Contenido de humedad.

Según el ensayo el material proveniente de Cruz Blanca nos muestra el siguiente contenido de humedad.

Tabla N° 6

Contenido de humedad promedio del suelo

W (%) promedio	9.57
-----------------------	------

Límites de Atterberg

Tabla N° 7

Límites de Atterberg

Límite líquido:	36.50%
Límite plástico:	23.07%
Índice de plasticidad:	13.43%

Análisis granulométrico

Tabla N° 8

Porcentaje que pasa la malla N° 200

% que pasa la malla Nro. 200	45.42%
-------------------------------------	--------

Clasificación del suelo

Con los resultados anteriores, de límites de consistencia, se procedió a clasificar el suelo. En primer lugar, el suelo es de clasificación grano grueso porque más de la mitad del material es retenido en el tamiz número 200, exactamente 54.58%.

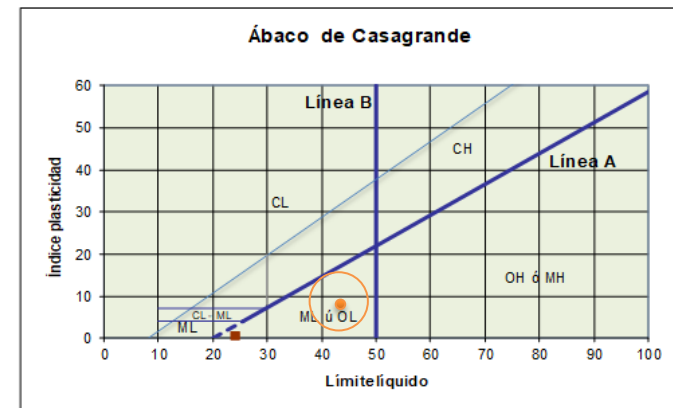
En segundo lugar, para la división entre gravas y arenas, esta clasifica como arena debido a que 98.12% pasa por el tamiz 4 y es decir más de la mitad.

Gracias a los límite líquido e índice de plasticidad, podemos determinar el índice de plasticidad es mayor que 7, por lo que su clasificación se considera como: según clasificación SUCS es un SC: arena Arcillosa, mezcla arena-arcilla.

Tabla N° 9

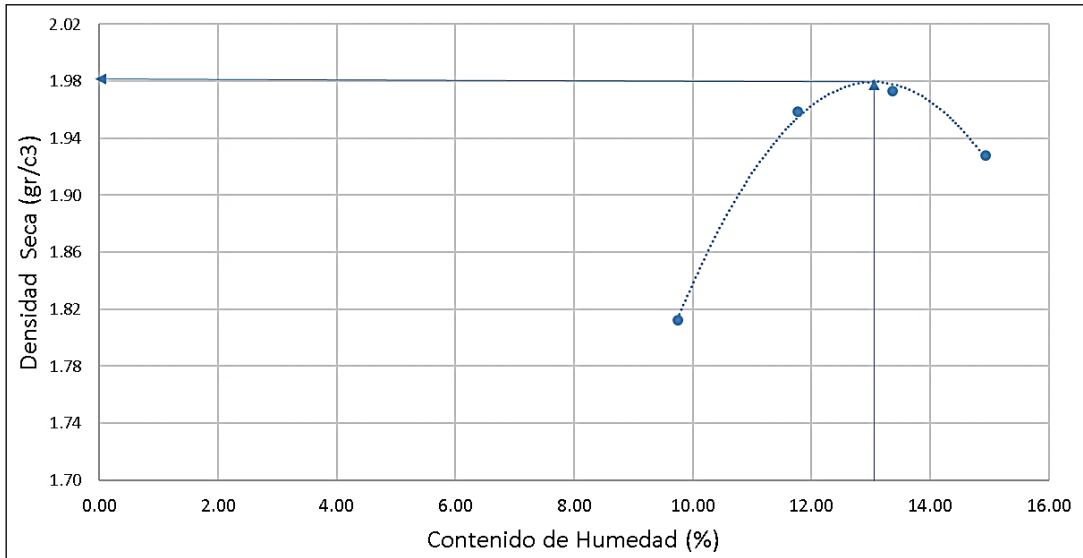
Sistema de clasificación de suelos unificado "SUCS"

DIVISIONES PRINCIPALES		Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO	
SUELOS DE GRANO GRUESO. Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Gravas limpias (sin o con pocos finos)	GW Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	<p>Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue:</p> <p><5% ->GW,GP,SW,SP. >12% ->GM,GC,SM,SC. 5 al 12% -> casos límite que requieren usar doble símbolo.</p>	
		Gravas con finos (apreciable cantidad de finos)	GP Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.		
		Gravas limosas , mezclas grava-arena-limo.	GM		
		Gravas arcillosas , mezclas grava-arena-arcilla.	GC		
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Arenas limpias (pocos o sin finos)	SW Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		<p>$Cu = D_{60}/D_{10} > 4$ $Cc = (D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3</p> <p>No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.</p> <p>Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$.</p> <p>Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$.</p>
		Arenas con finos (apreciable cantidad de finos)	SP Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		<p>$Cu = D_{60}/D_{10} > 6$ $Cc = (D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3</p> <p>Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.</p> <p>Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$.</p> <p>Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$.</p>
SUELOS DE GRANO FINO. Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	Limos y arcillas: Límite líquido menor de 50	SM Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	<p>Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan de símbolo doble.</p>		
		SC Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.			
		ML Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad.			
	Limos y arcillas: Límite líquido mayor de 50	CL Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.			
		OL Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.			
		MH Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.			
CH Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.	OH Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.				
Suelos muy orgánicos	PT Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.				



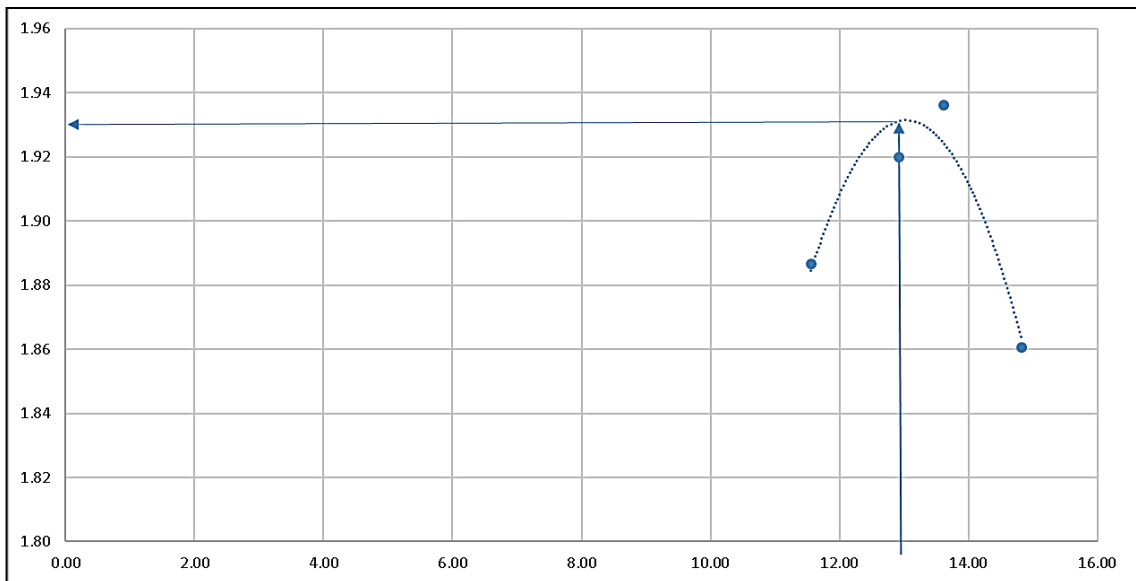
Fuente: MTC E107, 1999

Figura N° 24 Curva de compactación del proctor modificado de la muestra patrón



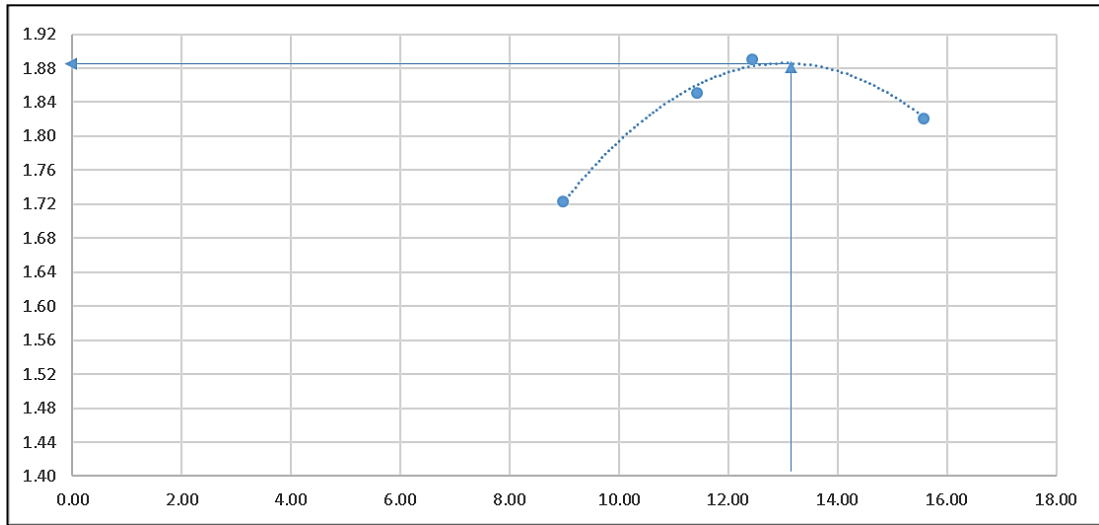
Wop=	12.950%
Dsmáx=	1.98 gr/cm ³

Figura N° 25 Curva de compactación del proctor modificado de la muestra con 0.10% de incorporación



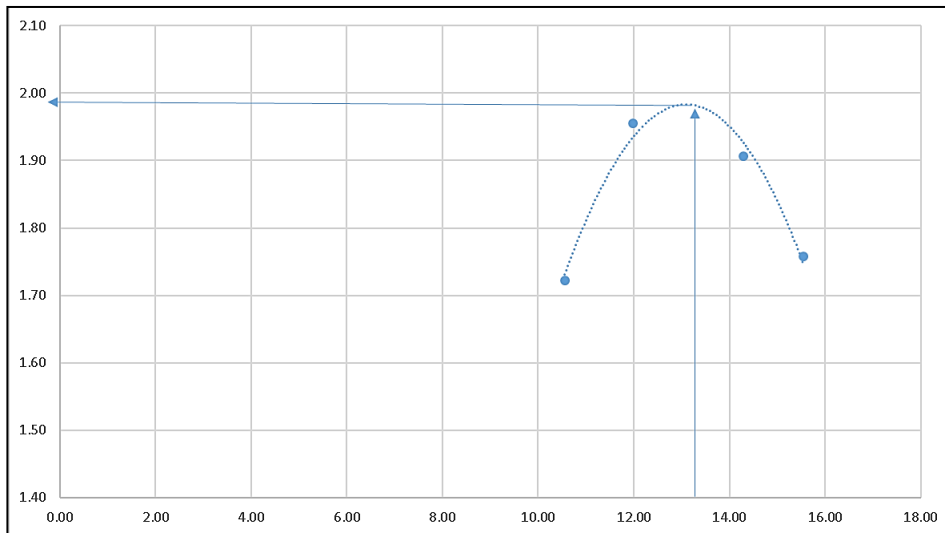
Wop=	13.10%
Dsmáx=	1.96 gr/cm ³

Figura N° 26 Curva de compactación del proctor modificado de la muestra con 0.5 % de incorporación



Wop=	13.3%
Dsmáx=	1.89 gr/cm^3

Figura N° 27 Curva de compactación del proctor modificado de la muestra con 1.00% de incorporación



Wop=	13.7%
Dsmáx=	1.99 gr/cm^3

Tabla N° 10

Resistencia a compresión del adobe compactado patrón.

Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación (mm)
P1	10657	47.38	4.79
P2	11531	53.80	7.8
P3	11025	51.11	8
P4	9311	39.39	6.82
P5	10466	46.53	7.1
P6	11383	50.61	7.8
PROM	10728.83	48.14	7.05
Desv. Estándar		5.034	
$\sigma =$		43.106	kg/cm ²

Tabla N° 11

Resistencia a compresión del adobe compactado con 0.1% de fibra de yute.

Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación (mm)
0.10%-1	11223	48.58	7.80
0.10%-2	12718	58.95	6.23
0.10%-3	12299	56.21	7.15
0.10%-4	11339	51.83	7.20
0.10%-5	11769	50.94	8.05
0.10%-6	10915	47.24	7.50
PROM	11710.50	52.29	7.32
Desv. Estándar		4.494	
$\sigma =$		47.797	kg/cm ²

Tabla N° 12

Resistencia a compresión de adobe compactado con 0.5% de fibra de yute.

Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación (mm)
0.50%-1	12350	54.17	7.80
0.50%-2	13959	60.62	6.30
0.50%-3	13180	57.05	8.45
0.50%-4	13621	57.44	6.80
0.50%-5	13458	59.03	8.45
0.50%-6	12547	55.03	7.05
PROM	13185.83	57.22	7.48
Desv. Estándar		2.408	
$\sigma =$		54.811	kg/cm ²

Tabla N° 13

Resistencia a compresión de adobe compactado con 1.0% de fibra de yute.

Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación (mm)
1.00%-1	12784	56.84	7.85
1.00%-2	12548	55.79	6.60
1.00%-3	11287	51.59	7.20
1.00%-4	11230	52.53	5.50
1.00%-5	10325	45.91	6.88
1.00%-6	10894	48.44	7.70
PROM	11511.33	51.85	6.96
Desv. Estándar		4.192	
$\sigma =$		47.657	kg/cm ²

Tabla N° 14

Resumen de las unidades de adobe sometidos a esfuerzos de compresión.

UNIDAD	σ (kg/cm ²)
Adobe compactado patrón	43.11
Adobe compactado con 0.10%	47.79
Adobe compactado con 0.50%	54.81
Adobe compactado con 1.0%	47.66

Ensayos a flexión.

Tabla N° 15

Resistencia a flexión de adobe compactado patrón.

Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación (mm)
P1	1689	15.37	3.30
P2	1621	14.75	3.25
P3	1574	14.32	3.05
P4	1374	12.50	2.52
P5	1468	13.36	3.50
P6	1227	11.17	2.37
PROM	1492.17	13.58	3.00
Desv. Estándar		1.558	
		f=12.019	kg/cm ²

Tabla N° 16

Resistencia a flexión de adobe compactado con 0.1% de fibra de yute.

Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación (mm)
0.10%-1	1865	17.19	4.05
0.10%-2	1570	14.47	3.98
0.10%-3	1559	14.37	3.92
0.10%-4	1559	14.37	3.68
0.10%-5	1801	16.60	2.71
0.10%-6	1808	16.66	3.13
PROM	1693.67	15.61	3.58
Desv. Estándar		1.33	
$f = 14.272 \text{ kg/cm}^2$			

Tabla N° 17

Resistencia a flexión de adobe compactado con 0.50% de fibra de yute.

Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación (mm)
0.50%-1	2226	20.58	4.15
0.50%-2	2193	20.28	2.72
0.50%-3	2306	21.32	2.65
0.50%-4	2074	19.18	3.95
0.50%-5	2536	23.45	3.98
0.50%-6	2702	24.98	3.90
PROM	2339.50	21.63	3.56
Desv. Estándar		2.17	
$f = 19.461 \text{ kg/cm}^2$			

Tabla N° 18

Resistencia a flexión de adobe compactado con 1.0% de fibra de yute.

Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación (mm)
1.00%-1	2788	25.96	4.52
1.00%-2	2705	25.18	3.50
1.00%-3	2340	21.79	4.75
1.00%-4	2725	25.37	5.30
1.00%-5	2631	24.50	5.00
1.00%-6	2631	24.50	4.50
PROM	2636.67	24.55	4.60
Desv. Estándar		1.462	
$f = 23.088 \text{ kg/cm}^2$			

Tabla N° 19

Resumen general de adobe compactado sometidos a esfuerzos de flexión.

UNIDAD	σ (kg/cm²)
Adobe compactado patrón	12.02
Adobe compactado con 0.10%	14.27
Adobe compactado con 0.50%	19.46
Adobe compactado con 1.0%	23.09

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Mediante los resultados obtenidos con los ensayos, indican que inicialmente la incorporación benefició al adobe compactado tanto en compresión como en flexión, como se estimó inicialmente gracias a la investigación “Suelos reforzados con fibras: estados del arte y aplicaciones” de Clariá y Vettorelo (2014), donde menciona que, las fibras sisal, yute, coco y celulosa procesada, ayudan a mejorar la resistencia a corte y ductilidad en suelos granulares como a cohesivos.

Las unidades de adobe compactado elaborados con la máquina CINVA RAM superan al valor mínimo de 10.2 kg/cm² a compresión que exige la norma E.080 para adobes simples o estabilizados, llegando a una resistencia de 43.11 kg/cm² en compresión en la muestra patrón; y para 0.1 y 0.50% de yute fueron 47.79 kg/cm² y 54.81 kg/cm² respectivamente.

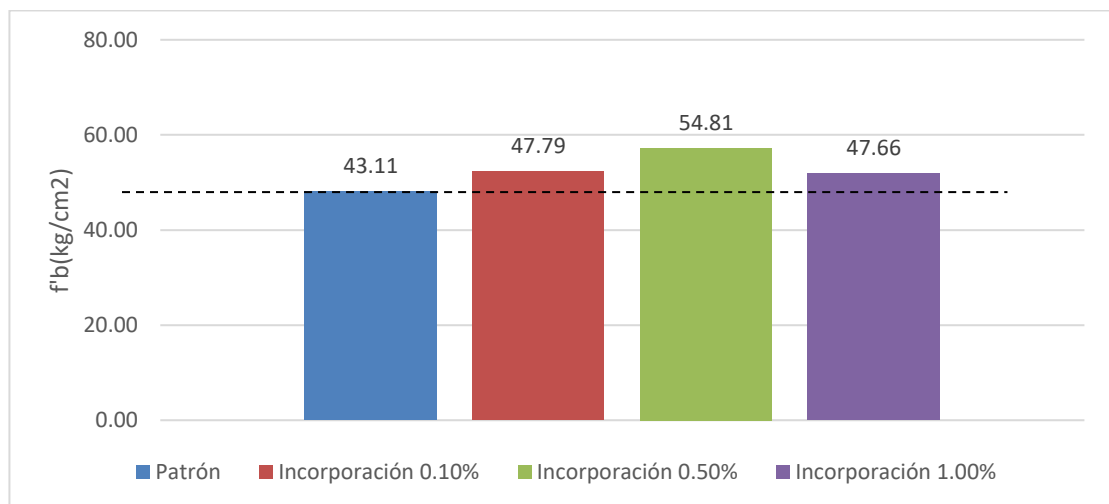
Este aumento se debe, a la unión interfacial, (unión fibra-matriz o fibra-material) que realiza la fibra de yute, esta unión depende mucho de su diámetro y su longitud crítica en este caso todas las incorporaciones tuvieron una longitud de 25mm. Esta dimensión fue utilizada gracias al estudio que hizo Caballero et al. (2010), en su tesis: “Resistencia mecánica del adobe compactado incrementada por bagazo de agave” que demostró que esta longitud es la más efectiva para que se de esta unión entre el material y la incorporación.

Pero este aumento se ve interrumpido con la incorporación de 1% con un 47.66%, donde se observa un descenso en la resistencia debido a que, a mayor cantidad

aplicada de yute, es más difícil controlar una distribución uniforme en el adobe compactado y genera que esta unión no resulte tan efectiva como el del 0.50%, pues internamente al ser mayor la cantidad de yute genera más espacios vacíos.

Soares et al. (2008), en su investigación científica: “Ladrillos de tierra cruda estabilizados con fibras de coco verde” concluyen en que los especímenes con la incorporación sometidas a ensayo a compresión aumentan su resistencia a comparación de los que están sin incorporación en más de 10% (25% específicamente), de misma forma; Caballero et al. (2010), en su respectiva investigación incorporándole bagazo de caña; en este caso con la incorporación de yute se ve reflejado el mismo efecto llegando a un 27.14% en compresión.

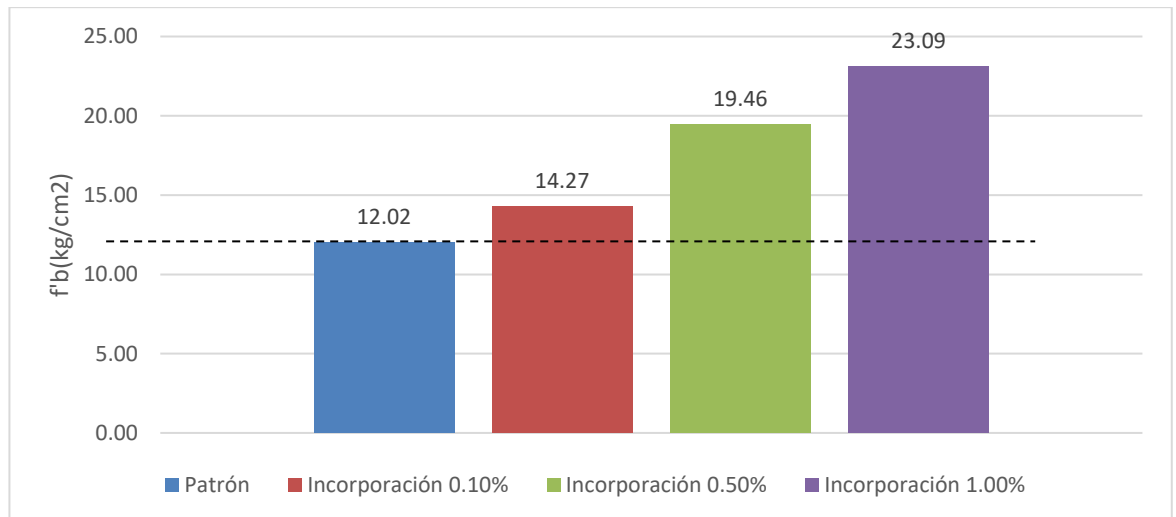
Figura N° 28 Resumen de resistencias a compresión.



Según los resultados de flexión superan el mínimo que pide la norma E 0.80, la cual es 0.81 kg/cm² a flexión siendo aptas para ser evaluadas. Estos resultados muestran un ascenso en la resistencia a flexión según se iba incorporando la fibra de yute, iniciando con 12.02 kg/cm² para la muestra patrón, y 14.27; 19.46 y 23.09 kg/cm² para las incorporaciones de 0.10%, 0.50% y 1% de yute respectivamente.

Como se pudo conocer en los antecedentes Clariá y Vettorelo (2014), nos dice que las fibras son sometidas a tensiones de tracción debido al movimiento relativo de los granos de suelo. Por lo tanto, el refuerzo de fibras contribuye a la resistencia al corte del suelo a partir de un cierto nivel de deformación.

Figura N° 29 Resumen de resistencias a flexión.



Con los resultados obtenidos por el análisis granulométrico y los datos de los límites de Atterberg, según el sistema SUCS, se determinó que el suelo de la cantera “Cruz Blanca” es apto para la elaboración de adobes compactados con incorporación y sin incorporación de yute, clasificándola como arena arcillosa, mezcla de arena - arcilla (SC).

Se recomienda que al igual que las incorporaciones existen aditivos que puedan activar la polaridad del material incorporado, como sábila, resinas, celulosa, etc. Se podría hacer un estudio acerca de los componentes que puedan mejorar al adobe compactado químicamente (estabilización química) ya que en la investigación solo se hizo una mejora física y mecánica. Comparar la resistencia a flexión y compresión entre el tipo de adobe con orificios internos (mattone) con el adobe compactado tradicional. Realizar tratamientos a materiales de cantera arcillosos con poca

proporción de arena, adicionándoles materiales reciclables, como: relación suelo/cartón y arena -plástico, para la elaboración de adobes compactados.

4.2 Conclusiones

1. La hipótesis planteada en esta investigación se cumple parcialmente; debido a que la resistencia a la compresión axial del adobe compactado viene ascendiendo con la incorporación de yute de 0.10%, 0.50%; en un 10.81% y 27.15%, respectivamente con respecto al adobe patrón; pero disminuye en la última incorporación de 1% de fibra de yute, resultando solo un aumento de 10.55%. Caso contrario ocurre con los resultados obtenidos en flexión que la hipótesis si cumple debido a que su resistencia va en aumento según se le incorpora yute en 0.10, 0.50 y 1% respecto al peso del adobe; resultando 18.71, 61.89, 92.10%.
2. Se clasificó el material utilizado para la elaboración de adobes según la Clasificación SUCS, mediante los ensayos de análisis granulométrico y plasticidad el resultado fue, un tipo de suelo SC (Arena Arcillosa).
3. Se determinaron las densidades máximas y sus contenidos de humedad óptimos, mediante el ensayo de Proctor para los diferentes tipos de muestras con y sin adición.
4. Se comparó la resistencia a compresión y flexión del adobe compactado con y sin fibra de yute, en donde la adición de 0.50% de fibra de yute ayuda a aumentar en un 27.14% la resistencia a compresión y 61.89% la resistencia a flexión.

REFERENCIAS

1. Alcocer, S. (1996). Readaptación de muros de mampostería confinados con malla de alambre soldado. México.
2. Arteaga, K., Medina, O., & Gutiérrez, O. (2011). Bloque de tierra comprimida como material constructivo. Revista facultad de ingeniería. Colombia.
3. Bahar R. (2004). Rendimiento de suelo estabilizado con cemento compactado. compuestos de cemento y concreto. Volumen 26
4. Blondet, M., Villa, G., & Brzev, S. (2003). Construcciones de adobe resistentes a los terremotos. Perú: Lima
5. Carhuanambo, J. T. (2016). Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y aserrín, Cajamarca 2016. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
6. Caballero, M., Silva, L. & Montes, J. L. (2010). Resistencia mecánica del adobe compactado incrementada por bagazo de agave. México: Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo integral regional unidad Oaxaca. Instituto Politécnico Nacional.
7. Clariá, J., & Vettorelo, P. (2014). Refuerzo de Arenas Mediante la Adición de Fibras. Revista FCEF y N. Argentina: Córdoba
8. Calabria, J. (2008). Microestructura y degradación química de ladrillos de adobe y arcilla. *Ceramics International*, 665-671. Volumen 35.
9. Cid, J. (2012). Durabilidad de boques de tierra comprimida. Evaluación y recomendaciones para la normalización de los ensayos de erosión y absorción. España: Universidad Politécnica de Madrid.
10. Cotrina, A., Limay, W. y López, D. (2014). Comparación de la resistencia a la compresión de unidades de adobe sin paja con unidades de adobe con paja en Cruz Blanca – Cajamarca – Cajamarca. Perú: Universidad Privada del Norte de Cajamarca.
11. Crespo, C. (2004). Mecánica de suelos y cimentaciones (5°. Ed.). México: Limusa.
12. Cruz Velasco, L. G. (2005). Mec. Suelos I. Facultad de Ingeniería Civil de Cauca. Colombia.
13. Cuadra, C., Saito T., Zavala A. & Díaz M. (2010). Los desafíos de proteger las construcciones históricas de adobe en Perú. Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.

14. De Valencia, R., Limón Villalba, F., & Arruda Filho, E. (s.f.). Tecnologías apropiadas y apropiables de construcción, saneamiento básico y energías alternativas. Secretaria Pro Tempore del Tratado de Cooperación Amazónica, 43.
15. Ferrer, A. (1998). La pintura mural: Su soporte, conservación, restauración y las técnicas modernas (2°. Ed.). Sevilla, España: Editorial de la Universidad de Sevilla.
16. Instituto Nacional de Estadística e Informática (2013). En más de 3 millones de viviendas predominan paredes de materiales vulnerables a movimientos telúricos. Recuperado el 12 de marzo del 2017.
17. Juárez, E., & Rico, A. (2009). Mecánica de Suelos- Fundamentos de la mecánica de suelos. México.
18. Martínez, G., Hernández, J., López, T., & Menchaca C. (2015). Materiales sustentables y reciclados en la construcción. México.
19. Minke, G. (1994). Manual de construcción en tierra. Kassel: Editorial Nordan Comunidad, Alemania.
20. MTC E 108 (2000). Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. Perú: Instituto de Construcción y Gerencia. Perú
21. MTC E 115 (2000). Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (56 000 pie-lb/pie³ [2 700 KN-m/m³]). Perú
22. NTP 339.128. (1999). Análisis granulométrico en suelos. Comisión de reglamentos técnicos y comerciales. Lima-Perú: 1° Edición.
23. NTP 339.129. (1999). Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos. Comisión de reglamentos técnicos y comerciales. Lima-Perú: 1° Edición.
24. NTP. 339.078. (1999). Norma Técnica Peruana. Resistencia a la flexión o módulo de rotura. Lima- Perú: Indecopi. Obtenido de <http://ecocosas.com/arq/el-adobe/>
25. NTP. 399.613. (2003). Métodos de Muestreo y ensayo de unidades de albañilería. Lima- Perú.
26. NTP. 399 -141. (1999). Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada. Lima- Perú.
27. Ortiz, G.M. (2006). Determinación del módulo de elasticidad y la relación de poisson del adobe compactado, M en C. Tesis, Instituto Tecnológico de Oaxaca.
28. Ríos, E. (2010). Efecto de la adición de látex y jabón en la resistencia mecánica y absorción del adobe compactado. México.

29. S. Bestraten , E. Hormías, & A. Altemir. (2011). Construcción con tierra en el siglo XXI. Earthen construction in the 21rst century, pag.15.
30. Saroza, B., Rodríguez, M. A., Menéndez, J. M., Barroso I. J. (2008). Estudio de la resistencia a compresión simple del adobe elaborado con suelos procedentes de Crescencio Valdés, Villa Clara, Cuba. Cuba: Universidad Central de Las Villas.
31. Shariful Islam, M., & Iwashita, K. (2010). Respuesta sísmica de fibra reforzada y estructuras de Adobe Estabilizadas. Procedimientos de proyecto de adobe en Getty.
32. Google. (s.f.). [Mapa de Cajamarca, Peru en Google maps]. Recuperado el 10 de Octubre, 2018, de: <https://www.google.com.co/maps>

ANEXOS

ANEXO n.º 1. Panel Fotográfico

Figura N° 30 Extrayendo material de Cruz Blanca



Figura N° 31 Colocando las muestras en el horno para determinar su contenido de humedad.



Figura N° 32 Realizando el ensayo de límite líquido



Figura N° 33 Mezcla de material para realizar el límite líquido



Figura N° 34 Visita de la asesora Ing. Anita Alva Sarmiento



Figura N° 35 Secado de muestras en el horno



Figura N° 36 Pesando material para proctor modificado.



Figura N° 37 Tomando muestra de proctor con incorporación antes de colocarlas al horno.



Figura N° 38 Realizando el proctor modificado en el laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte.



Figura N° 39 Agregando el contenido óptimo de agua al material.



Figura N° 40 Utilizando el CINVA RAM para la elaboración de adobes.



Figura N° 41 Visita de la asesora Ing. Anita Alva a la elaboración de adobes.



Figura N° 42 Colocación de los adobes para el secado.



Figura N° 43 Transporte de las unidades hacia la Universidad Privada del Norte para realizar los respectivos ensayos a compresión y flexión.



Figura N° 44 Tomando datos de las dimensiones de las unidades de adobe compactado.



Figura N° 45 Sometiendo la unidad de adobe compactado a un esfuerzo de flexión.



Figura N° 46 Tomando datos de la deformación en la resistencia a compresión de las unidades de adobe compactado.



ANEXO n.º 2. Datos de Laboratorio

Tabla N° 20

Datos del límite plástico

DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP)				
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2
A	Identificación de recipiente	Nº	1A	2A
B	Peso de tara	gr	27.4	27.7
C	Suelo húmedo + tara	gr	39.7	41.0
D	Suelo seco + tara	gr	37.4	38.5
E	Peso suelo seco	gr	10.00	10.80
F	Peso del agua	gr	2.3	2.5
G	Contenido de humedad	%	23.00	23.15
H	Promedio límite plástico		23.07	

Tabla N° 21

Datos de límite líquido.

Identificación de recipiente	1A	2A	3A
Peso de tara	27.7	27.4	28.1
Suelo húmedo + tara	47.5	43.5	47.7
Suelo seco + tara	42.8	39.2	42.1
Peso suelo seco	15.1	11.8	14
Peso del agua	4.9	4.3	5.6
Nº de golpes	16	23	31
Contenido de humedad	40.91	36.44	32.45
Límite líquido	36.50		

Figura N° 47 Representación del límite líquido

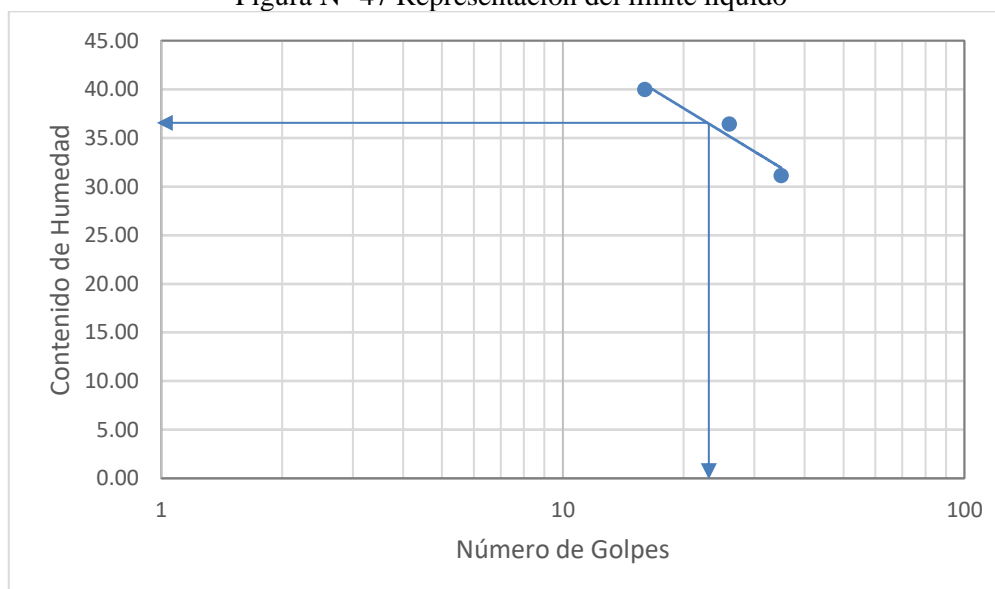


Tabla N° 22

Datos para granulometría por lavado.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO VIA HUMEDA					
TAMIZ	ABER. (mm)	PRP	% RP	% R A	% que pasa
N° 4	4.75	9.4	1.88	1.88	98.12
N° 10	2	13.7	2.74	4.62	95.38
N° 20	0.85	27.4	5.48	10.10	89.90
N° 30	0.59	21.9	4.38	14.48	85.52
N° 40	0.43	31.5	6.30	20.78	79.22
N° 60	0.25	50.2	10.04	30.82	69.18
N° 100	0.15	93.7	18.74	49.56	50.44
N° 200	0.075	25.1	5.02	54.58	45.42
PERDIDA	Lavado	227.1			
Total		500	100.00		

Figura N° 48 Curva granulométrica por lavado.

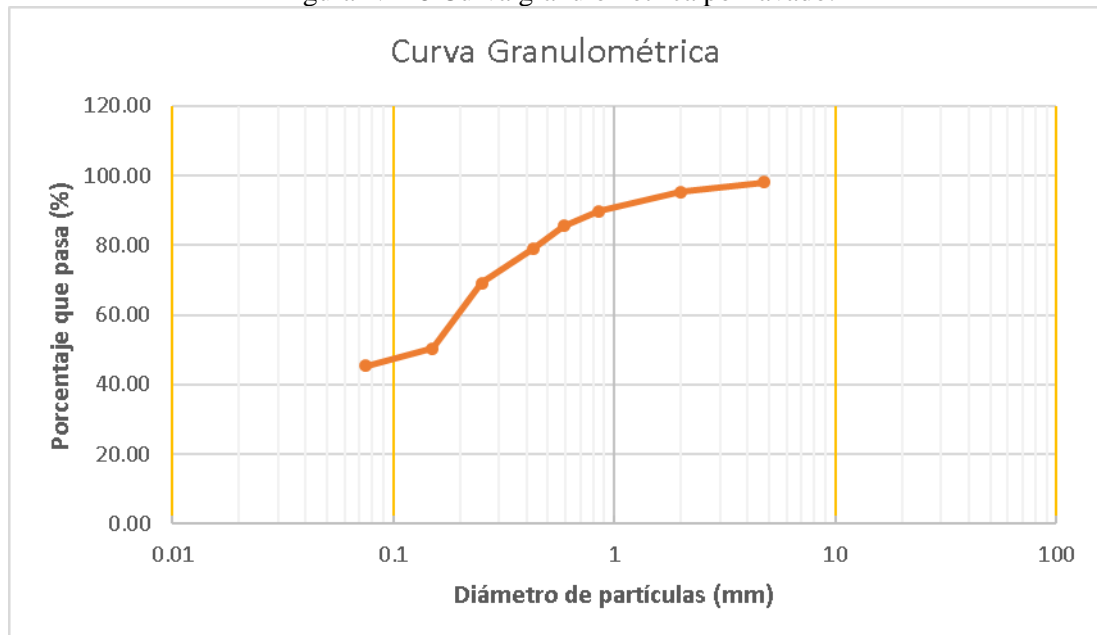


Tabla N° 23

Datos del proctor modificado: muestra patrón

DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
Peso Molde	gr	4175		4175		4175		4175	
Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	6060		6250		6295		6275	
Peso Muestra Húmeda	gr	1885		2075		2120		2100	
Volumen Muestra húmeda	cm ³	947.87		947.87		947.87		947.87	
Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	1.99		2.19		2.24		2.22	
Recipiente	N°	a	b	c	d	e	f	g	h
Peso Recipiente	gr	27.1	28.4	27.9	27.8	28.1	26.8	27.5	28.1
Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	109.1	126.6	135.2	140.1	108.3	111.1	100.6	101.4
Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	101.8	117.9	123.7	128.5	98.4	100.7	91.9	91.1
Peso del Agua	gr	7.3	8.7	11.5	11.6	8.9	10.4	8.7	10.3
Peso Muestra seca	gr	74.7	89.5	95.8	100.7	70.3	73.9	64.4	63
Contenido de Humedad W%	%	9.77	9.72	12.00	11.52	12.66	14.07	13.51	16.35
Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	9.75		11.76		13.37		14.93	
Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm ³	1.81		1.96		1.97		1.93	

Tabla N° 24

Datos del proctor modificado con incorporación 0.10% de fibra de yute.

DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
Peso Molde	gr	4175		4175		4175		4175	
Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	6170		6230		6260		6200	
Peso Muestra Húmeda	gr	1995		2055		2085		2025	
Volumen Muestra húmeda	cm ³	947.87		947.87		947.87		947.87	
Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	2.10		2.17		2.20		2.14	
Recipiente	N°	a	b	c	d	e	f	g	h
Peso Recipiente	gr	28.3	28.1	27.3	34.7	27.2	28.3	27.8	27.9
Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	124.2	105	93.5	136.2	114.7	146.2	103.2	98.7
Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	112.1	98.4	85.4	125.4	110.1	125.2	95.1	88.1
Peso del Agua	gr	12.1	6.1	8.1	10.8	4.6	21	8.1	10.6
Peso Muestra seca	gr	83.8	70.3	58.1	90.7	82.9	96.9	67.3	60.2
Contenido de Humedad W%	%	14.44	8.68	13.94	11.91	5.55	21.67	12.04	17.61
Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	11.56		12.92		13.61		14.82	

Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm ³	1.89	1.92	1.94	1.86
--------------------------	--------------------	------	------	------	------

Tabla N° 25

Datos del proctor modificado con incorporación 0.50% de fibras de yute

DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
Peso Molde	gr	4175		4175		4175		4175	
Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5955		6130		6190		6170	
Peso Muestra Húmeda	gr	1780		1955		2015		1995	
Volumen Muestra húmeda	cm ³	947.87		947.87		947.87		947.87	
Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	1.88		2.06		2.13		2.10	
Recipiente	N°	c	d	A	b	e	f	g	h
Peso Recipiente	gr	27.4	28.2	26.8	28.3	27.4	28	28.3	34.7
Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	100.5	87.3	99.9	89.3	106.1	122.8	95.9	96.8
Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	94.4	82.5	92.1	83.3	93.5	117.6	88.2	87.2
Peso del Agua	gr	6.1	4.8	7.8	6	12.6	5.2	7.7	9.6
Peso Muestra seca	gr	67	54.3	65.3	55	66.1	89.6	59.9	52.5
Contenido de Humedad W%	%	9.10	8.84	11.94	10.91	19.06	5.80	12.85	18.29
Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	8.97		11.43		12.43		15.57	
Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm ³	1.72		1.85		1.89		1.82	

Tabla N° 26

Datos del proctor modificado con incorporación 1.00% de fibras de yute

DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
Peso Molde	gr	4175		4175		4175		4175	
Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5980		6250		6240		6100	
Peso Muestra Húmeda	gr	1805		2075		2065		1925	
Volumen Muestra húmeda	cm ³	947.87		947.87		947.87		947.87	
Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	1.90		2.19		2.18		2.03	
Recipiente	N°	a	b	c	d	e	f	g	h
Peso Recipiente	gr	28.2	26.9	34.6	27.4	28.2	28	28.3	27.7
Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	101.8	91.3	98.9	95	84.9	89.4	97.2	90.1
Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	94.6	85.3	91.7	88.1	80.5	79.1	88.5	81.2
Peso del Agua	gr	7.2	6	7.2	6.9	4.4	10.3	8.7	8.9
Peso Muestra seca	gr	66.4	58.4	57.1	60.7	52.3	51.1	60.2	53.5

Contenido de Humedad W%	%	10.84	10.27	12.61	11.37	8.41	20.16	14.45	16.64
Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	10.56		11.99		14.28		15.54	
Densidad Seca Máxima; D _s	gr/cm ³	1.72		1.95		1.91		1.76	

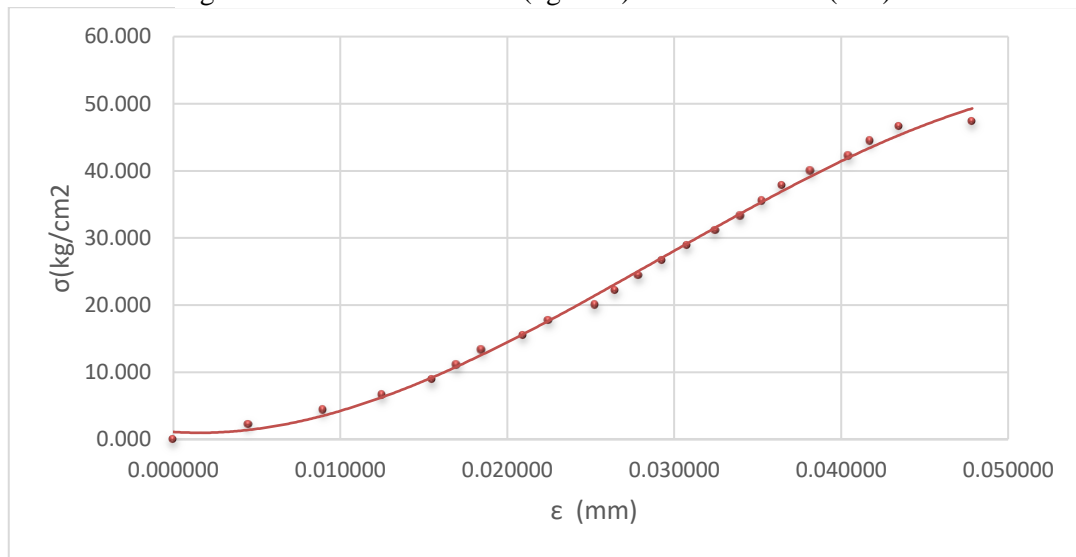
ROTURA A COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ADOBE COMPACTADO MUESTRA PATRÓN SIN FIBRAS DE YUTE.

Tabla N° 27

Resistencia a compresión de la unidad patrón- P1

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria(mm)
0	0.000	0.00	0.000000
500	2.223	0.45	0.004496
1000	4.446	0.90	0.008991
1500	6.669	1.25	0.012488
2000	8.892	1.55	0.015485
2500	11.116	1.70	0.016983
3000	13.339	1.85	0.018482
3500	15.562	2.10	0.020979
4000	17.785	2.25	0.022478
4500	20.008	2.53	0.025275
5000	22.231	2.65	0.026474
5500	24.454	2.79	0.027872
6000	26.677	2.93	0.029271
6500	28.900	3.08	0.030769
7000	31.124	3.25	0.032468
7500	33.347	3.40	0.033966
8000	35.570	3.53	0.035265
8500	37.793	3.65	0.036464
9000	40.016	3.82	0.038162
9500	42.239	4.05	0.040460
10000	44.462	4.18	0.041758
10500	46.685	4.35	0.043457
10657	47.383	4.79	0.047852

Figura N° 49 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) P1



Resistencia a Compresión: de adobe compactado patrón -P2

Tabla N° 28

Resistencia a compresión de la unidad patrón-P2

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria(mm)
0	0.000	0.00	0.000000
500	2.33	1.20	0.012000
1000	4.67	1.90	0.019000
1500	7.00	2.45	0.024500
2000	9.33	2.70	0.027000
2500	11.66	3.05	0.030500
3000	14.00	3.30	0.033000
3500	16.33	3.50	0.035000
4000	18.66	3.65	0.036500
4500	21.00	3.80	0.038000
5000	23.33	3.98	0.039800
5500	25.66	4.05	0.040500
6000	28.00	4.22	0.042200
6500	30.33	4.40	0.044000
7000	32.66	4.50	0.045000
7500	34.99	4.70	0.047000
8000	37.33	4.96	0.049600
8500	39.66	5.13	0.051300
9000	41.99	5.30	0.053000
9500	44.33	5.60	0.056000
10000	46.66	5.90	0.059000
10500	48.99	6.28	0.062800
11000	51.33	6.80	0.068000
11500	53.66	7.50	0.075000
11531	53.80	7.80	0.078000

Figura N° 50 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm)

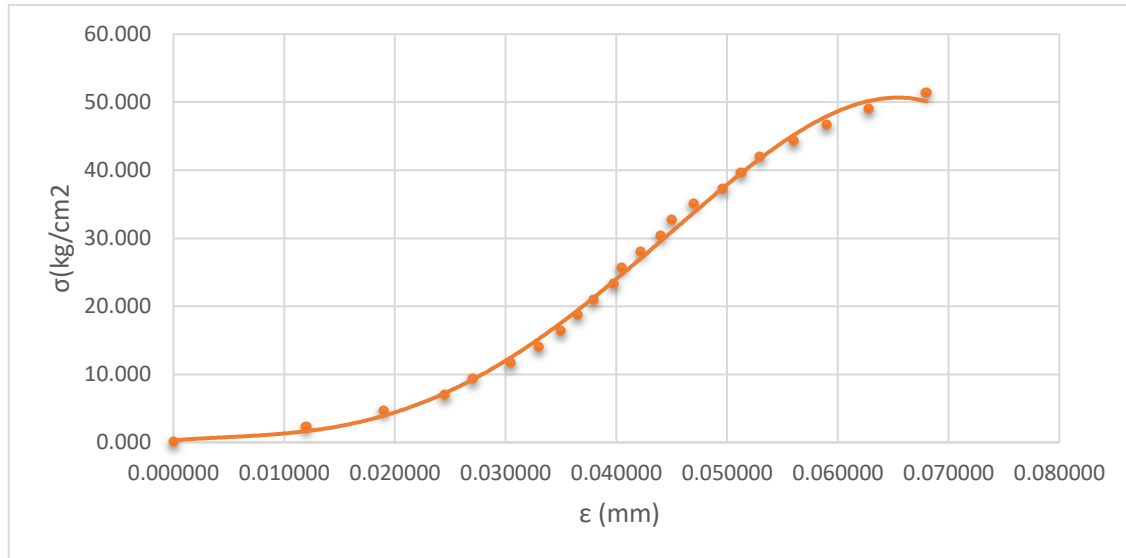
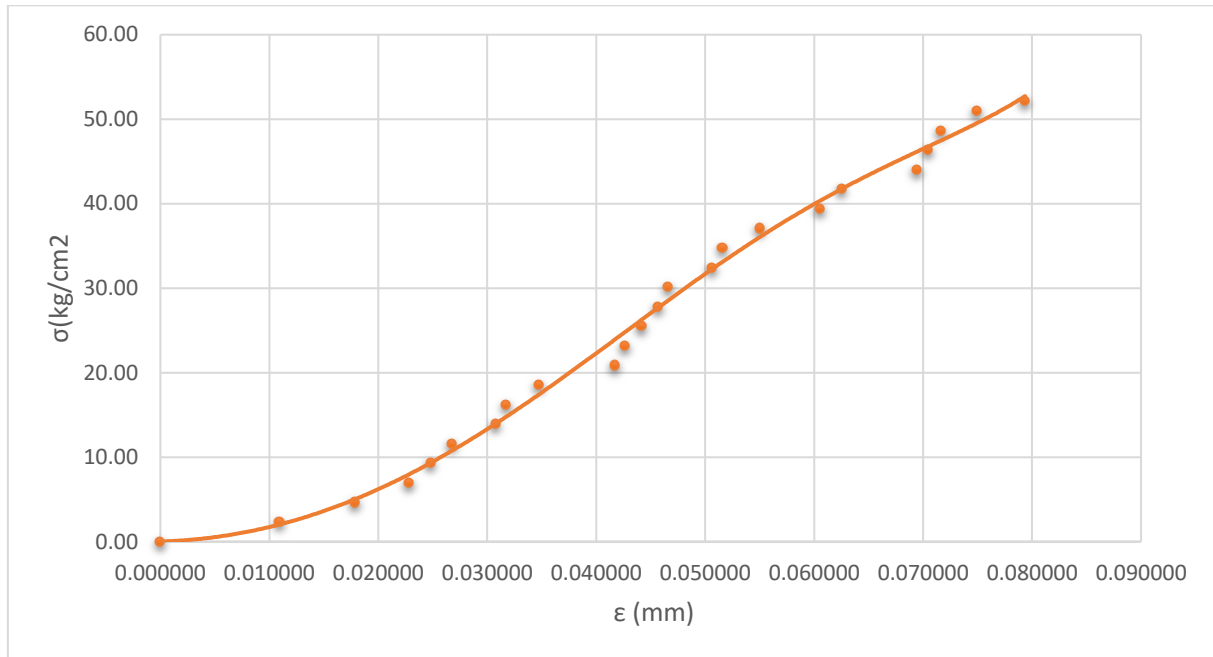


Tabla N° 29

Resistencia a compresión de la unidad patrón- P3.

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria(mm)
0	0.00	0.00	0.000000
500	2.32	1.10	0.010913
1000	4.64	1.80	0.017857
1500	6.95	2.30	0.022817
2000	9.27	2.50	0.024802
2500	11.59	2.70	0.026786
3000	13.91	3.10	0.030754
3500	16.22	3.20	0.031746
4000	18.54	3.50	0.034722
4500	20.86	4.20	0.041667
5000	23.18	4.30	0.042659
5500	25.49	4.45	0.044147
6000	27.81	4.60	0.045635
6500	30.13	4.70	0.046627
7000	32.45	5.10	0.050595
7500	34.77	5.20	0.051587
8000	37.08	5.55	0.055060
8500	39.40	6.10	0.060516
9000	41.72	6.30	0.062500
9500	44.04	7.00	0.069444
10000	46.35	7.10	0.070437
10500	48.67	7.22	0.071627
11000	50.99	7.55	0.074901
11025	52.15	8.00	0.079365

Figura N° 51 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm)



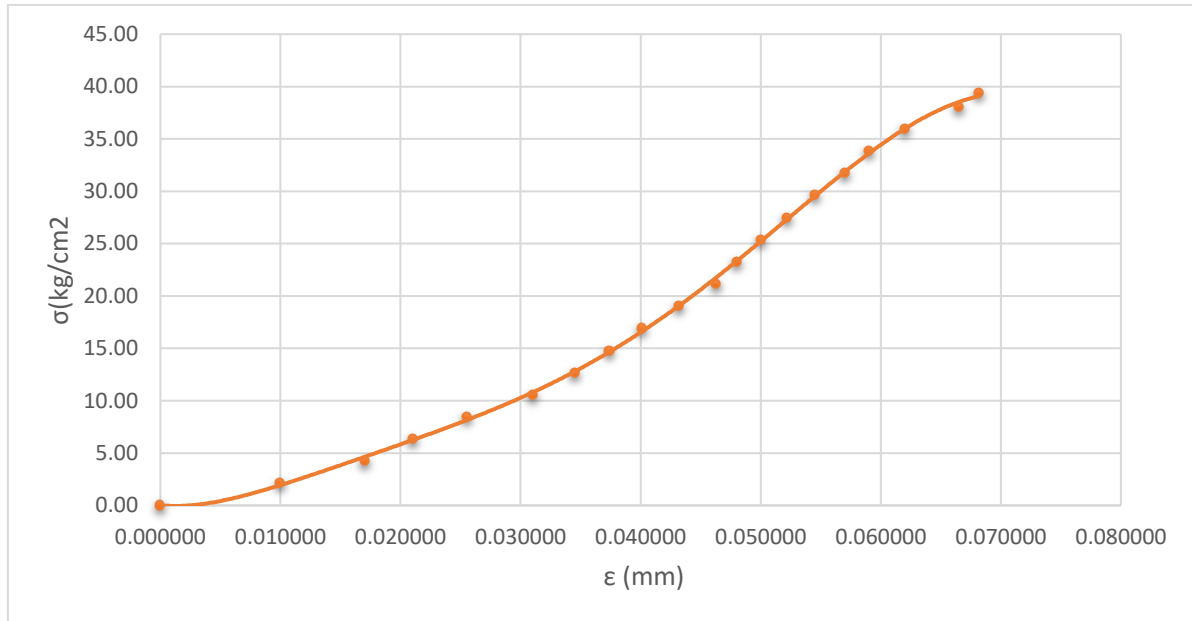
Resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado patrón- P4

Tabla N° 30

Resistencia a compresión de la unidad -P4

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria(mm)
0	0.00	0.00	0.000000
500	2.12	1.00	0.010000
1000	4.23	1.70	0.017000
1500	6.35	2.10	0.021000
2000	8.46	2.55	0.025500
2500	10.58	3.10	0.031000
3000	12.69	3.45	0.034500
3500	14.81	3.74	0.037400
4000	16.92	4.01	0.040100
4500	19.04	4.32	0.043200
5000	21.15	4.63	0.046300
5500	23.27	4.80	0.048000
6000	25.38	5.00	0.050000
6500	27.50	5.22	0.052200
7000	29.61	5.45	0.054500
7500	31.73	5.70	0.057000
8000	33.84	5.90	0.059000
8500	35.96	6.20	0.062000
9000	38.07	6.65	0.066500
9311	39.39	6.82	0.068200

Figura N°52 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm)



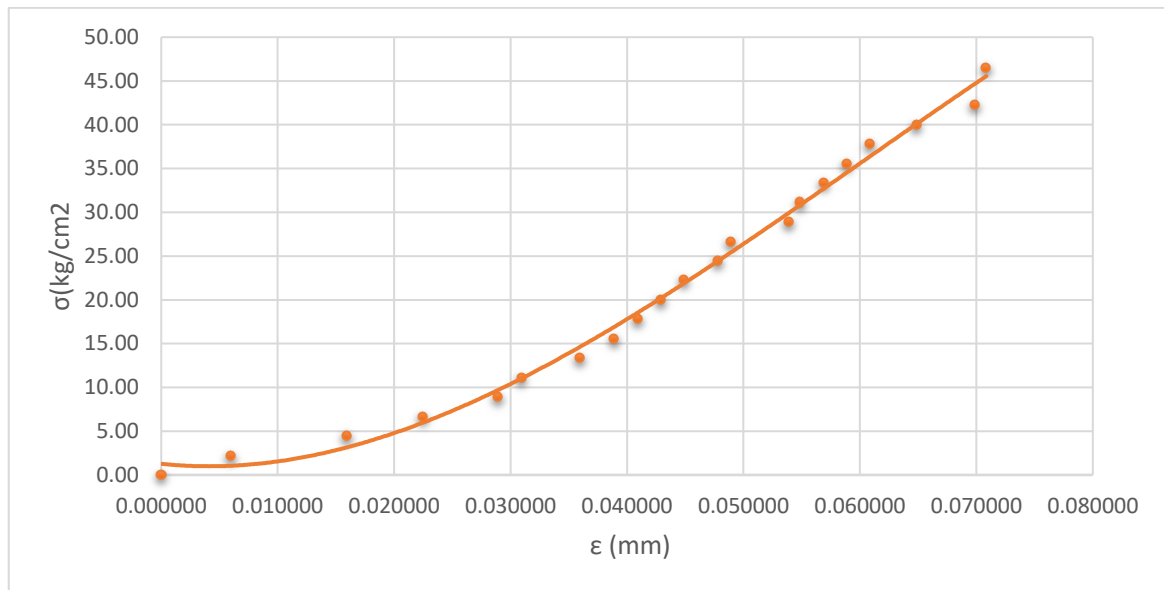
Resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado patrón -P5

Tabla N° 31

Resistencia a compresión de la unidad patrón -P5

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (mm)
0	0.00	0.00	0.000000
500	2.22	0.60	0.005988
1000	4.45	1.60	0.015968
1500	6.67	2.25	0.022455
2000	8.89	2.90	0.028942
2500	11.12	3.10	0.030938
3000	13.34	3.60	0.035928
3500	15.56	3.90	0.038922
4000	17.78	4.10	0.040918
4500	20.01	4.30	0.042914
5000	22.23	4.50	0.044910
5500	24.45	4.79	0.047804
6000	26.68	4.90	0.048902
6500	28.90	5.40	0.053892
7000	31.12	5.50	0.054890
7500	33.35	5.70	0.056886
8000	35.57	5.90	0.058882
8500	37.79	6.10	0.060878
9000	40.02	6.50	0.064870
9500	42.24	7.00	0.069860
10466	46.53	7.10	0.070858

Figura N° 53 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) P5



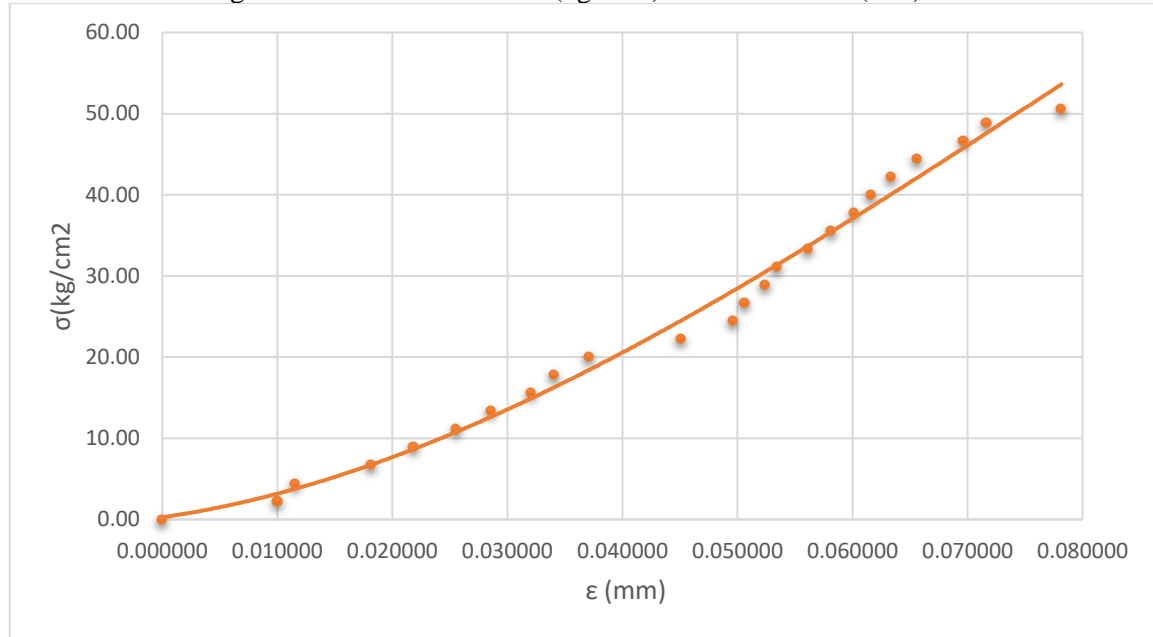
Resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado patrón -6

Tabla N° 32

Resistencia a compresión de la unidad - P6

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (mm)
0	0.00	0.00	0.000000
500	2.22	1.00	0.010020
1000	4.45	1.15	0.011523
1500	6.67	1.81	0.018136
2000	8.89	2.18	0.021844
2500	11.12	2.55	0.025551
3000	13.34	2.85	0.028557
3500	15.56	3.20	0.032064
4000	17.78	3.40	0.034068
4500	20.01	3.70	0.037074
5000	22.23	4.50	0.045090
5500	24.45	4.95	0.049599
6000	26.68	5.05	0.050601
6500	28.90	5.23	0.052405
7000	31.12	5.33	0.053407
7500	33.35	5.60	0.056112
8000	35.57	5.80	0.058116
8500	37.79	6.00	0.060120
9000	40.02	6.15	0.061623
9500	42.24	6.32	0.063327
10000	44.46	6.55	0.065631
10500	46.69	6.95	0.069639
11000	48.91	7.15	0.071643
11383	50.61	7.80	0.078156

Figura N° 54 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) P6



ROTURA A FLEXIÓN DE UNIDADES DE ADOBE COMPACTADO MUESTRA PATRÓN SIN FIBRAS DE YUTE.

Tabla N° 33

Resistencia a flexión del adobe compactado patrón-P1

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria(mm)
0	0.00	0.00	0.000000
100	0.91	0.23	0.002282
200	1.82	0.30	0.002976
300	2.73	0.45	0.004464
400	3.64	0.53	0.005258
500	4.55	0.78	0.007738
600	5.46	0.85	0.008433
700	6.37	1.10	0.010913
800	7.28	1.25	0.012401
900	8.19	1.38	0.013690
1000	9.10	2.00	0.019841
1100	10.01	2.10	0.020833
1200	10.92	2.53	0.025099
1300	11.83	2.74	0.027183
1400	12.74	2.85	0.028274
1500	13.65	3.00	0.029762
1600	14.56	3.10	0.030754
1689	15.37	3.30	0.032738

Figura N° 55 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) P1

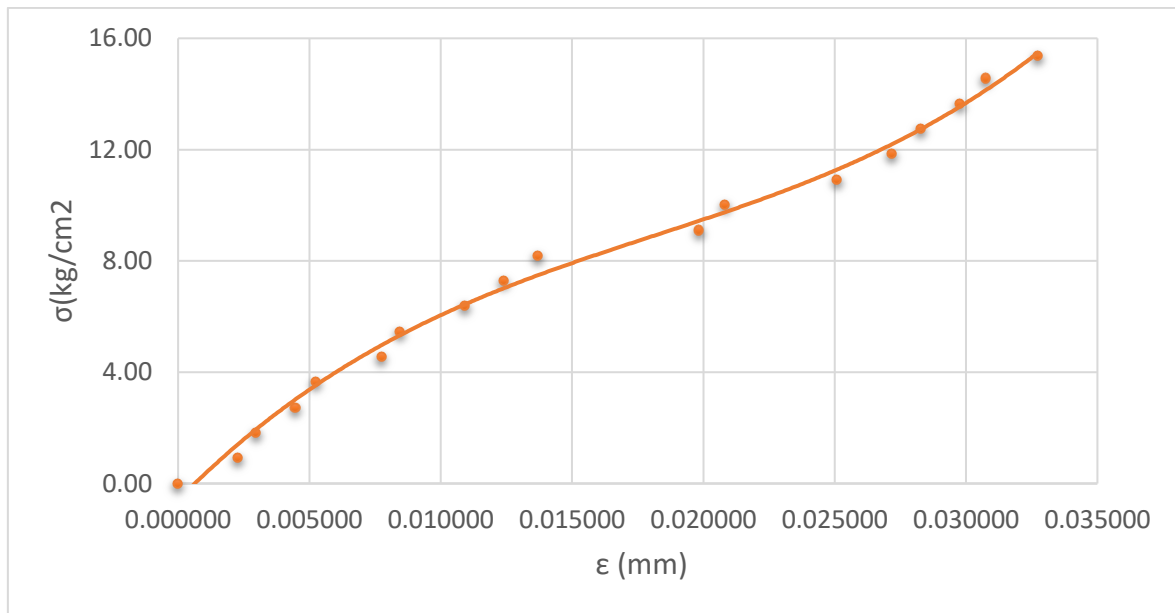


Tabla N° 34

Resistencia a flexión del adobe compactado patrón- P2

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria(mm)
0	0.00	0.00	0.000000
100	0.91	0.75	0.007500
200	1.82	0.90	0.009000
300	2.73	1.05	0.010500
400	3.64	1.15	0.011500
500	4.55	1.30	0.013000
600	5.46	1.60	0.016000
700	6.37	1.75	0.017500
800	7.28	1.90	0.019000
900	8.19	2.05	0.020500
1000	9.10	2.20	0.022000
1100	10.01	2.30	0.023000
1200	10.92	2.52	0.025200
1300	11.83	2.71	0.027100
1400	12.74	2.93	0.029300
1500	13.65	3.00	0.030000
1600	14.56	3.15	0.031500
1621	14.75	3.25	0.032500

Figura N° 56 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) P2

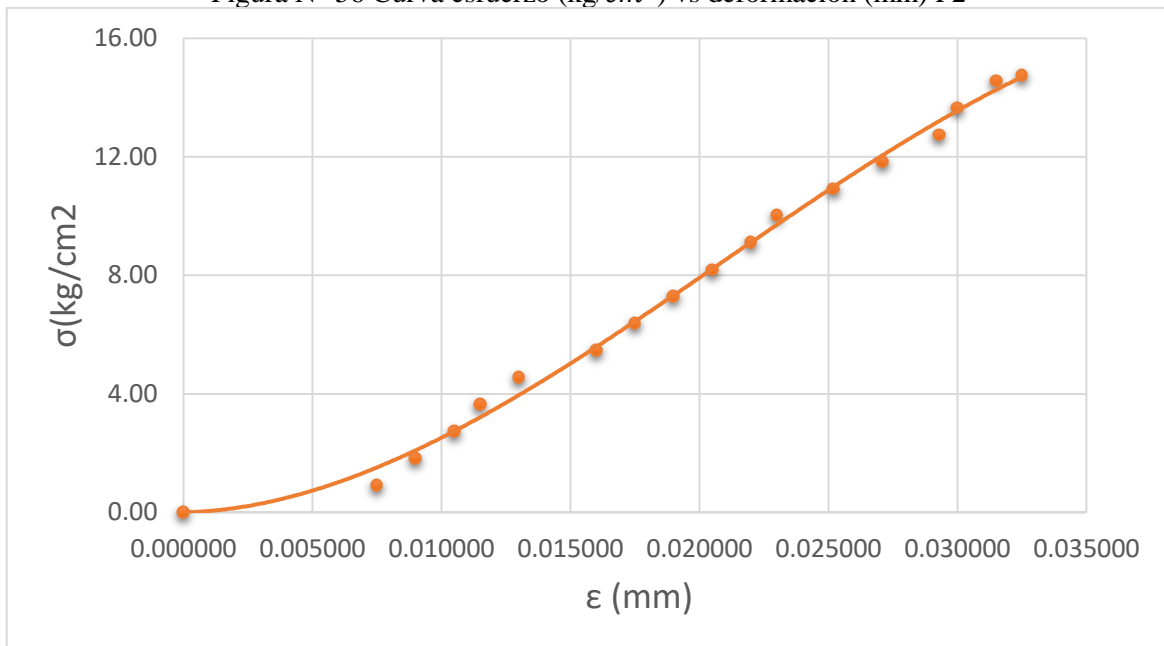


Tabla N° 35

Resistencia a flexión del adobe compactado patrón-P3

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria(mm)
0	0.00	0.00	0.000000
100	0.91	0.10	0.000999
200	1.82	0.35	0.003497
300	2.73	0.72	0.007193
400	3.64	0.90	0.008991
500	4.55	1.10	0.010989
600	5.46	1.25	0.012488
700	6.37	1.53	0.015285
800	7.28	1.62	0.016184
900	8.19	1.75	0.017483
1000	9.10	2.00	0.019980
1100	10.01	2.10	0.020979
1200	10.92	2.25	0.022478
1300	11.83	2.38	0.023776
1400	12.74	2.45	0.024476
1500	13.65	2.55	0.025475
1574	14.32	3.05	0.030470

Figura N° 57 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) P3

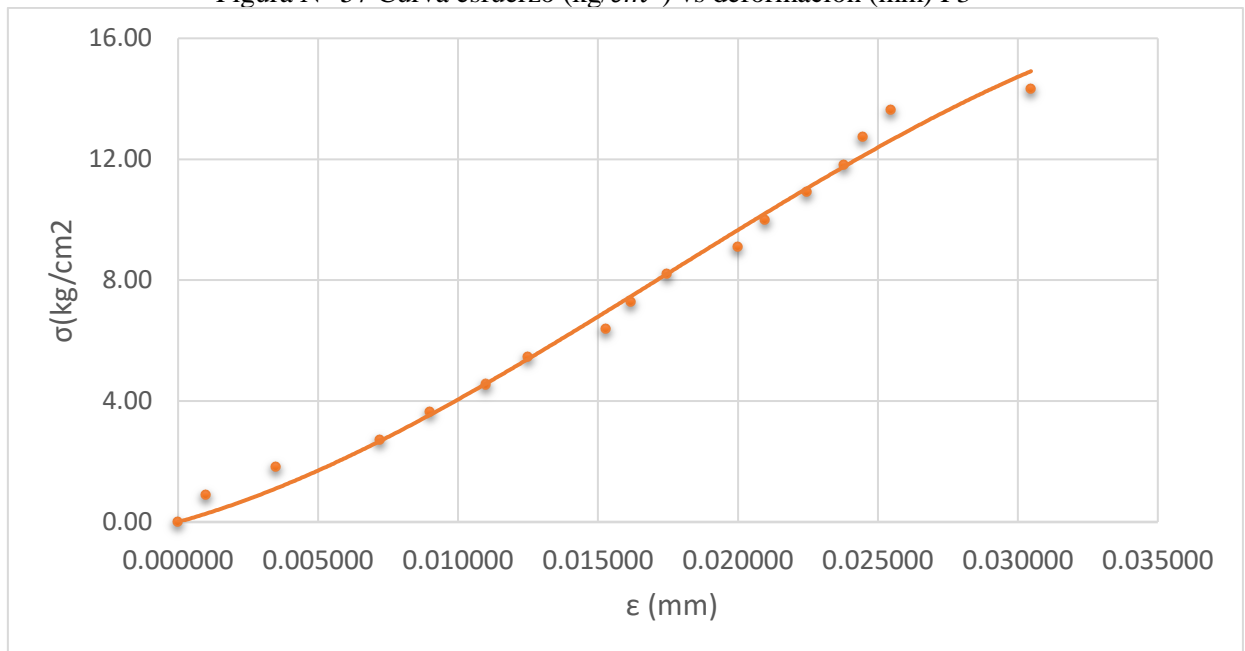


Tabla N° 36

Resistencia a flexión del adobe compactado patrón-P4

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (mm)
0	0.00	0.00	0.000000
100	0.91	0.62	0.006188
200	1.82	0.71	0.007086
300	2.73	0.95	0.009481
400	3.64	1.10	0.010978
500	4.55	1.25	0.012475
600	5.46	1.32	0.013174
700	6.37	1.47	0.014671
800	7.28	1.53	0.015269
900	8.19	1.68	0.016766
1000	9.10	1.72	0.017166
1100	10.01	1.80	0.017964
1200	10.92	1.92	0.019162
1300	11.83	2.10	0.020958
1374	12.50	2.52	0.025150

Figura N° 58 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) P4

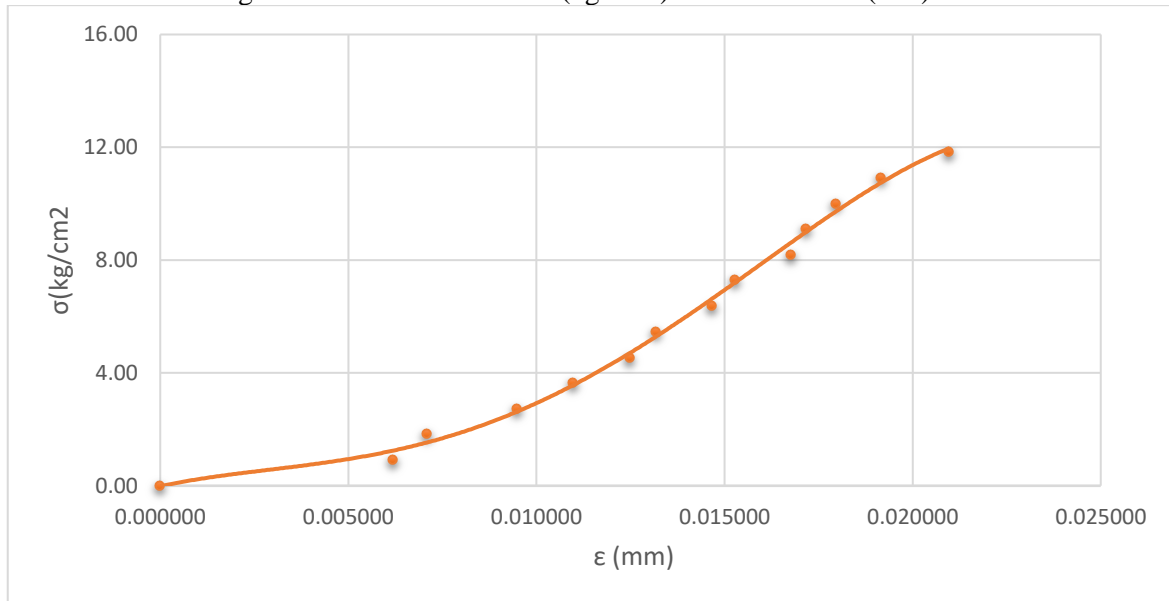


Tabla N° 37

Resistencia a flexión del adobe compactado patrón-P5

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria(mm)
0	0.00	0.00	0.000000
100	0.91	0.50	0.004995
200	1.82	0.85	0.008492
300	2.73	1.10	0.010989
400	3.64	1.25	0.012488
500	4.55	1.53	0.015285
600	5.46	1.68	0.016783
700	6.37	1.75	0.017483
800	7.28	1.83	0.018282
900	8.19	2.10	0.020979
1000	9.10	2.25	0.022478
1100	10.01	2.45	0.024476
1200	10.92	2.58	0.025774
1300	11.83	2.70	0.026973
1400	12.74	3.10	0.030969
1468	13.36	3.50	0.034965

Figura N° 59 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm)-P5

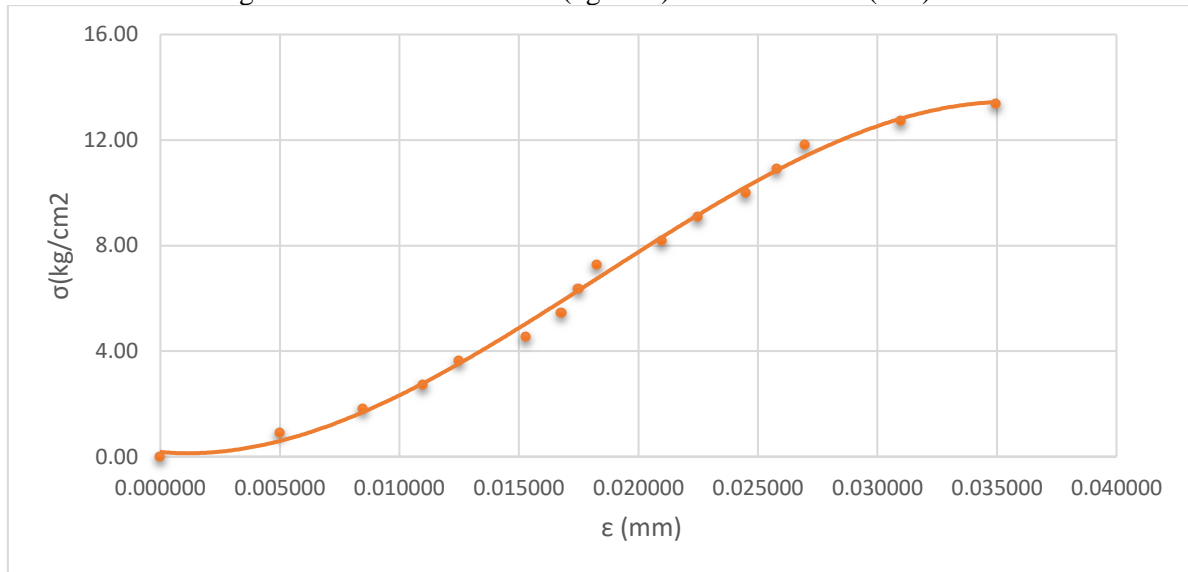
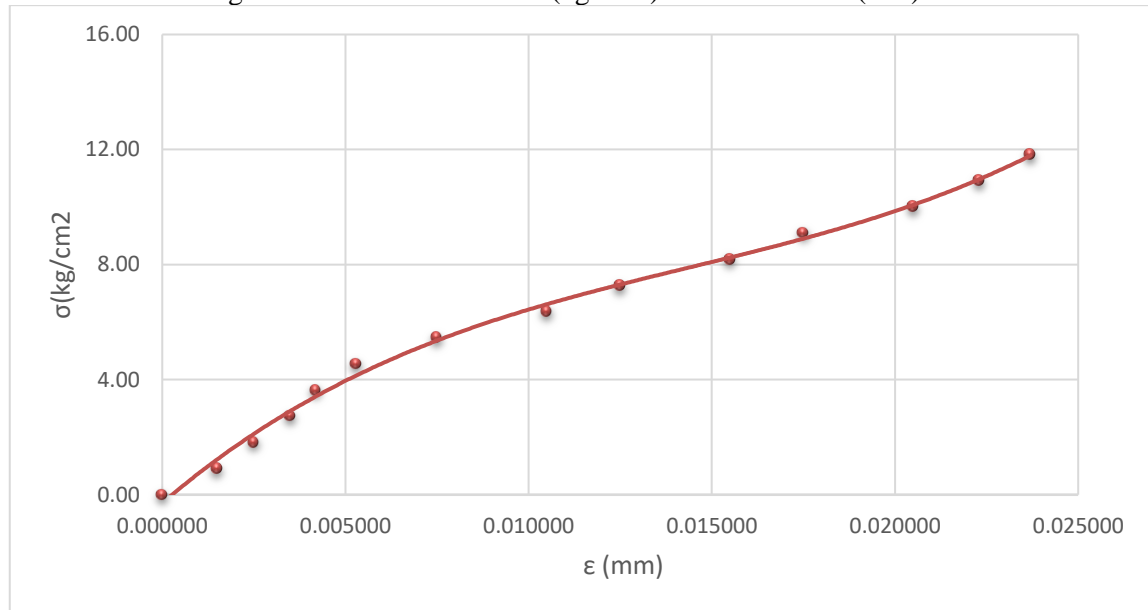


Tabla N° 38

Resistencia a flexión del adobe compactado patrón-P6

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria(mm)
0	0.00	0.00	0.000000
100	0.91	0.15	0.001500
200	1.82	0.25	0.002500
300	2.73	0.35	0.003500
400	3.64	0.42	0.004200
500	4.55	0.53	0.005300
600	5.46	0.75	0.007500
700	6.37	1.05	0.010500
800	7.28	1.25	0.012500
900	8.19	1.55	0.015500
1000	9.10	1.75	0.017500
1100	10.01	2.05	0.020500
1200	10.92	2.23	0.022300
1227	11.83	2.37	0.023700

Figura N° 60 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) P6



ROTURA DE UNIDADES DE ADOBE COMPACTADO CON INCORPORACION 0.10% DE FIBRAS DE YUTE.

Tabla N° 39

Resistencia a compresión del adobe compactado 0.10%-1

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria(mm)
0	0.000	0.00	0.000000
500	2.164	1.80	0.017982
1000	4.328	2.40	0.023976
1500	6.493	2.70	0.026973
2000	8.657	3.00	0.029970
2500	10.821	3.30	0.032967
3000	12.985	3.50	0.034965
3500	15.150	3.75	0.037463
4000	17.314	3.92	0.039161
4500	19.478	4.25	0.042458
5000	21.642	4.50	0.044955
5500	23.806	4.70	0.046953
6000	25.971	4.88	0.048751
6500	28.135	5.00	0.049950
7000	30.299	5.20	0.051948
7500	32.463	5.40	0.053946
8000	34.628	5.55	0.055445
8500	36.792	5.91	0.059041
9000	38.956	6.15	0.061439
9500	41.120	6.38	0.063736
10000	43.284	6.80	0.067932
10500	45.449	7.30	0.072927
11223	48.578	7.80	0.077922

Figura N° 61 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 0.10%-1

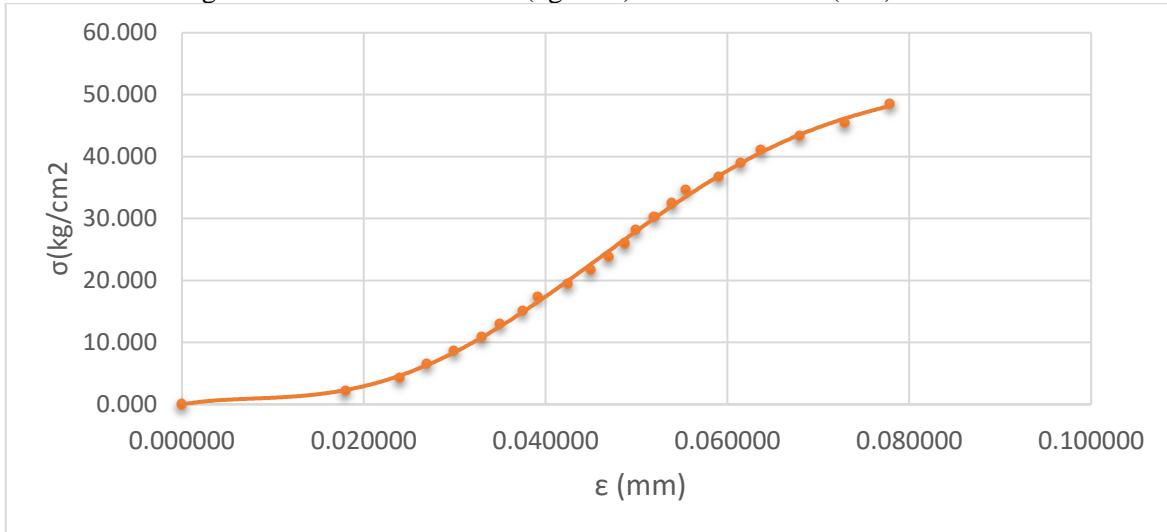


Tabla N° 40

Resistencia a compresión del adobe compactado 0.10%- 2

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria(mm)
0	0.000	0.00	0.000000
500	2.318	0.75	0.007500
1000	4.635	1.08	0.010800
1500	6.953	1.26	0.012600
2000	9.271	1.62	0.016200
2500	11.589	1.82	0.018200
3000	13.906	1.98	0.019800
3500	16.224	2.30	0.023000
4000	18.542	2.50	0.025000
4500	20.859	2.70	0.027000
5000	23.177	2.90	0.029000
5500	25.495	3.08	0.030800
6000	27.813	3.30	0.033000
6500	30.130	3.45	0.034500
7000	32.448	3.55	0.035500
7500	34.766	3.75	0.037500
8000	37.083	3.95	0.039500
8500	39.401	4.15	0.041500
9000	41.719	4.35	0.043500
9500	44.037	4.51	0.045100
10000	46.354	4.70	0.047000
10500	48.672	4.95	0.049500
11000	50.990	5.25	0.052500
11500	53.307	5.60	0.056000
12000	55.625	6.15	0.061500
12718	58.953	6.23	0.062300

Figura N° 62 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 0.10%-2

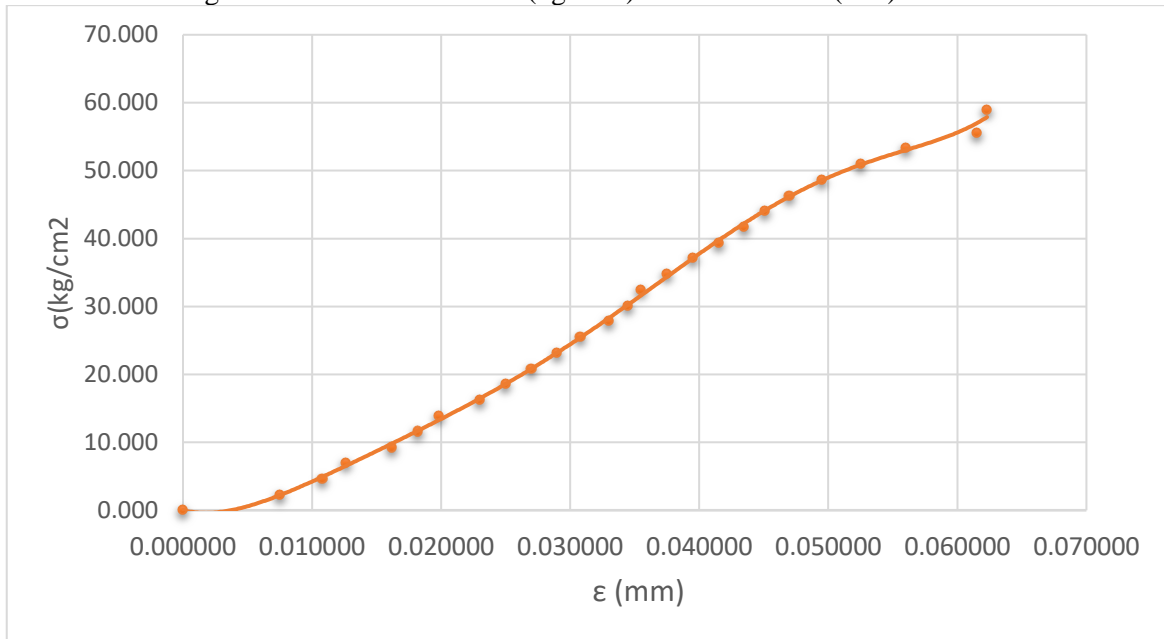


Tabla N° 41

Resistencia a compresión del adobe compactado 0.10%- 3

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (mm)
0	0.000	0.00	0.000000
500	2.285	1.30	0.013000
1000	4.571	1.80	0.018000
1500	6.856	2.08	0.020800
2000	9.141	2.48	0.024800
2500	11.426	2.70	0.027000
3000	13.712	2.91	0.029100
3500	15.997	3.00	0.030000
4000	18.282	3.15	0.031500
4500	20.568	3.40	0.034000
5000	22.853	3.56	0.035600
5500	25.138	3.75	0.037500
6000	27.424	3.90	0.039000
6500	29.709	4.00	0.040000
7000	31.994	4.10	0.041000
7500	34.279	4.30	0.043000
8000	36.565	4.40	0.044000
8500	38.850	4.60	0.046000
9000	41.135	4.80	0.048000
9500	43.421	4.95	0.049500
10000	45.706	5.15	0.051500
10500	47.991	5.40	0.054000
11000	50.277	5.70	0.057000
11500	52.562	5.85	0.058500
12000	54.847	6.45	0.064500
12299	56.214	7.15	0.071500

Figura N° 63 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 0.10%-3

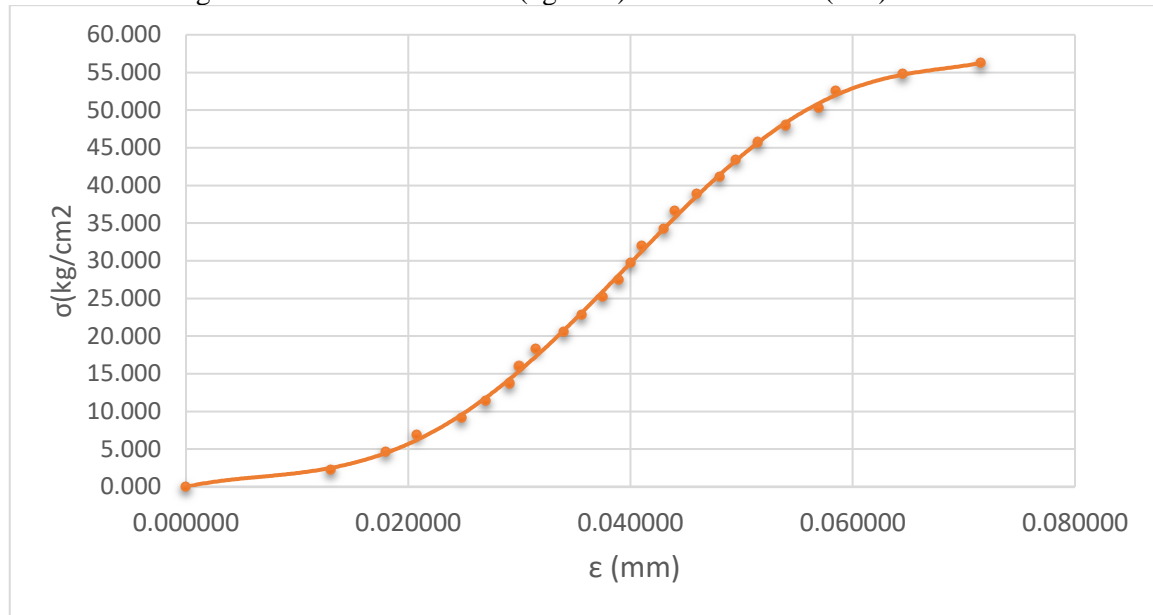


Tabla N° 42

Resistencia a compresión del adobe compactado 0.10%- 4

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria(mm)
0	0.000	0.00	0.000000
500	2.285	1.40	0.014141
1000	4.571	1.80	0.018182
1500	6.856	2.05	0.020707
2000	9.141	2.18	0.022020
2500	11.426	2.35	0.023737
3000	13.712	2.85	0.028788
3500	15.997	3.10	0.031313
4000	18.282	3.35	0.033838
4500	20.568	3.60	0.036364
5000	22.853	3.85	0.038889
5500	25.138	4.00	0.040404
6000	27.424	4.15	0.041919
6500	29.709	4.30	0.043434
7000	31.994	4.50	0.045455
7500	34.279	4.62	0.046667
8000	36.565	4.80	0.048485
8500	38.850	4.95	0.050000
9000	41.135	5.20	0.052525
9500	43.421	5.55	0.056061
10000	45.706	5.90	0.059596
10500	47.991	6.40	0.064646
11339	51.826	7.20	0.072727

Figura N° 64 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 0.10%-4

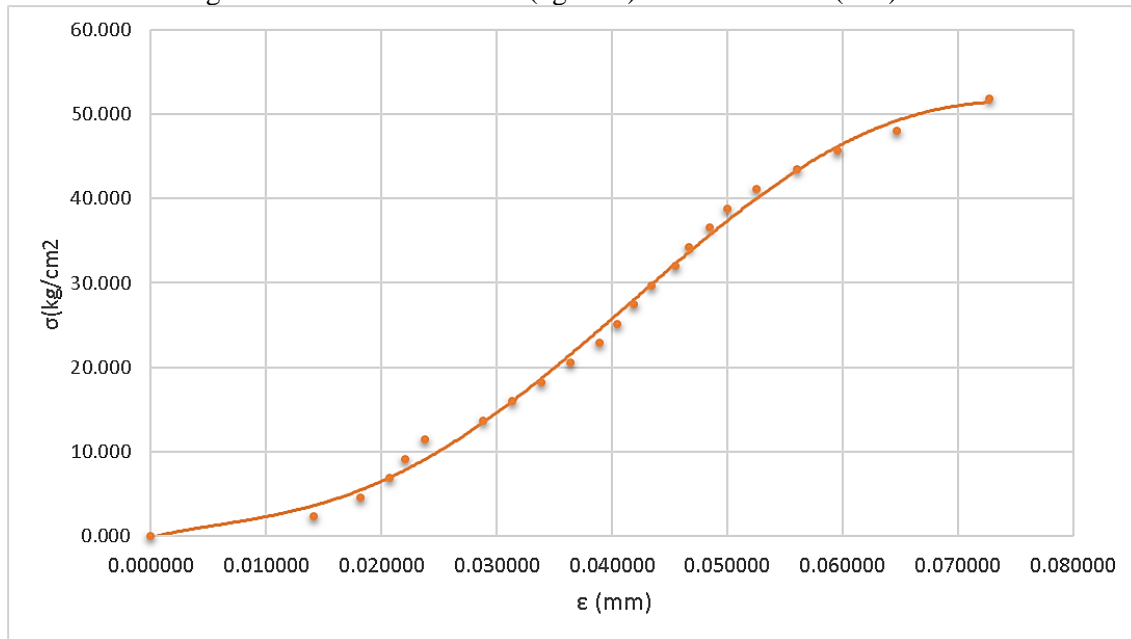


Tabla N° 43

Resistencia a compresión del adobe compactado 0.10%- 5

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria(mm)
0	0.000	0.00	0.000000
500	2.164	1.00	0.010000
1000	4.328	1.65	0.016500
1500	6.493	2.00	0.020000
2000	8.657	2.35	0.023500
2500	10.821	2.60	0.026000
3000	12.985	2.90	0.029000
3500	15.150	3.45	0.034500
4000	17.314	3.90	0.039000
4500	19.478	4.15	0.041500
5000	21.642	4.70	0.047000
5500	23.806	4.90	0.049000
6000	25.971	5.28	0.052800
6500	28.135	5.40	0.054000
7000	30.299	5.65	0.056500
7500	32.463	5.80	0.058000
8000	34.628	5.95	0.059500
8500	36.792	6.20	0.062000
9000	38.956	6.40	0.064000
9500	41.120	6.58	0.065800
10000	43.284	7.05	0.070500
10500	45.449	7.40	0.074000
11000	47.613	7.80	0.078000
11769	50.941	8.05	0.080500

Figura N° 65 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 0.10%-5

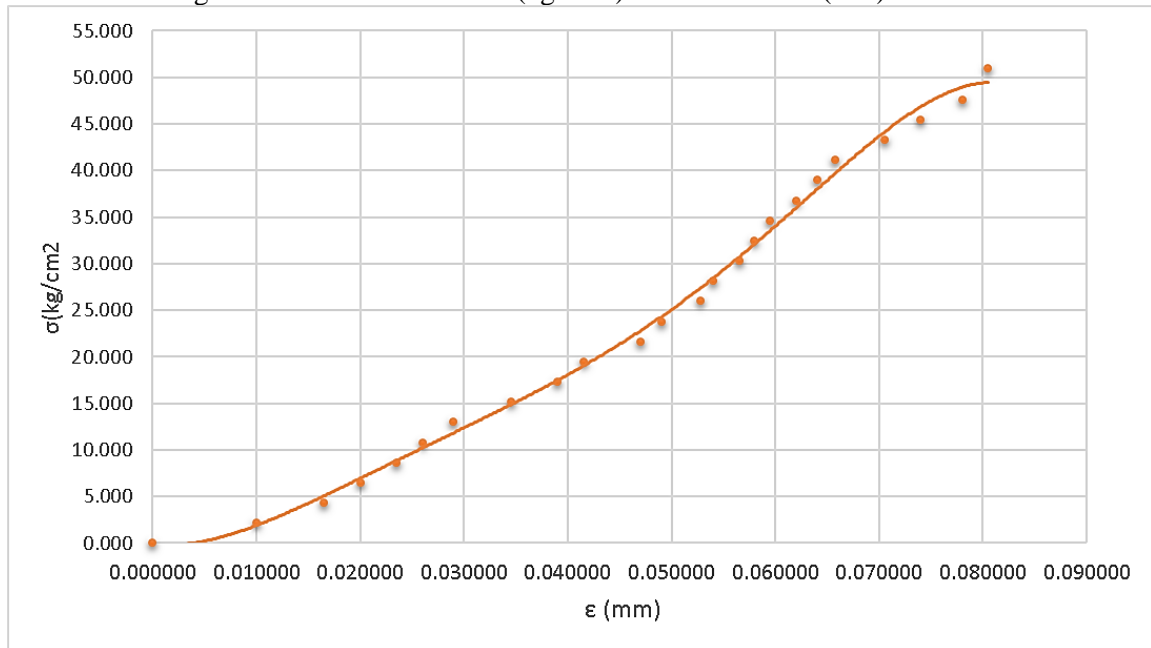
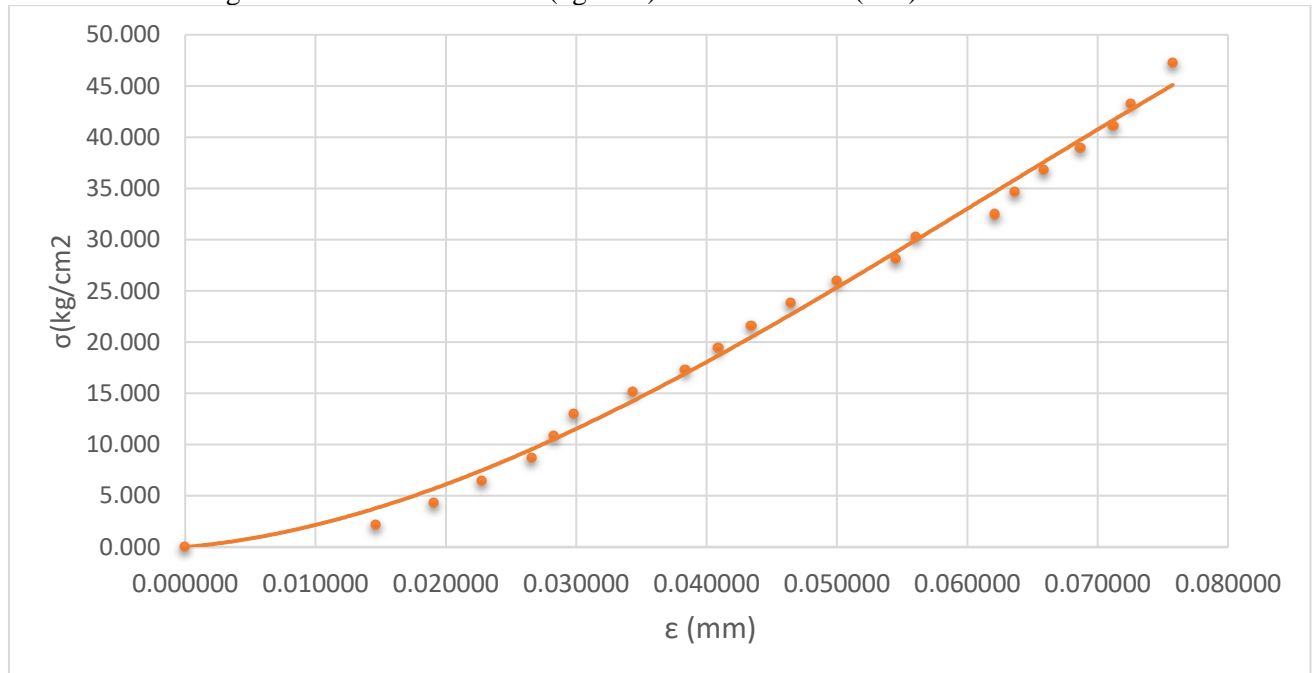


Tabla N° 44

Resistencia a compresión del adobe compactado 0.10%- 6

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria(mm)
0	0.000	0.00	0.000000
500	2.164	1.45	0.014646
1000	4.328	1.89	0.019091
1500	6.493	2.25	0.022727
2000	8.657	2.63	0.026566
2500	10.821	2.80	0.028283
3000	12.985	2.95	0.029798
3500	15.150	3.40	0.034343
4000	17.314	3.80	0.038384
4500	19.478	4.05	0.040909
5000	21.642	4.30	0.043434
5500	23.806	4.60	0.046465
6000	25.971	4.95	0.050000
6500	28.135	5.40	0.054545
7000	30.299	5.55	0.056061
7500	32.463	6.15	0.062121
8000	34.628	6.30	0.063636
8500	36.792	6.52	0.065859
9000	38.956	6.80	0.068687
9500	41.120	7.05	0.071212
10000	43.284	7.18	0.072525
10915	47.245	7.50	0.075758

Figura N° 66 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 0.10%-6



ROTURA A FLEXIÓN DE UNIDADES DE ADOBE COMPACTADO CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE YUTE AL 0.10% CON RESPECTO AL ADOBE PATRÓN.

Tabla N° 45

Resistencia a flexión del adobe compactado 0.10%- 1

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (mm)
0	0.00	0.00	0.000000
100	0.92	1.10	0.011000
200	1.84	1.28	0.012800
300	2.76	1.55	0.015500
400	3.69	1.75	0.017500
500	4.61	1.92	0.019200
600	5.53	2.05	0.020500
700	6.45	2.18	0.021800
800	7.37	2.40	0.024000
900	8.29	2.55	0.025500
1000	9.22	2.62	0.026200
1100	10.14	2.73	0.027300
1200	11.06	2.90	0.029000
1300	11.98	3.04	0.030400
1400	12.90	3.20	0.032000
1500	13.82	3.39	0.033900
1600	14.74	3.50	0.035000
1700	15.67	3.80	0.038000
1800	16.59	3.92	0.039200
1865	17.19	4.05	0.040500

Figura N° 67 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 0.10%-1

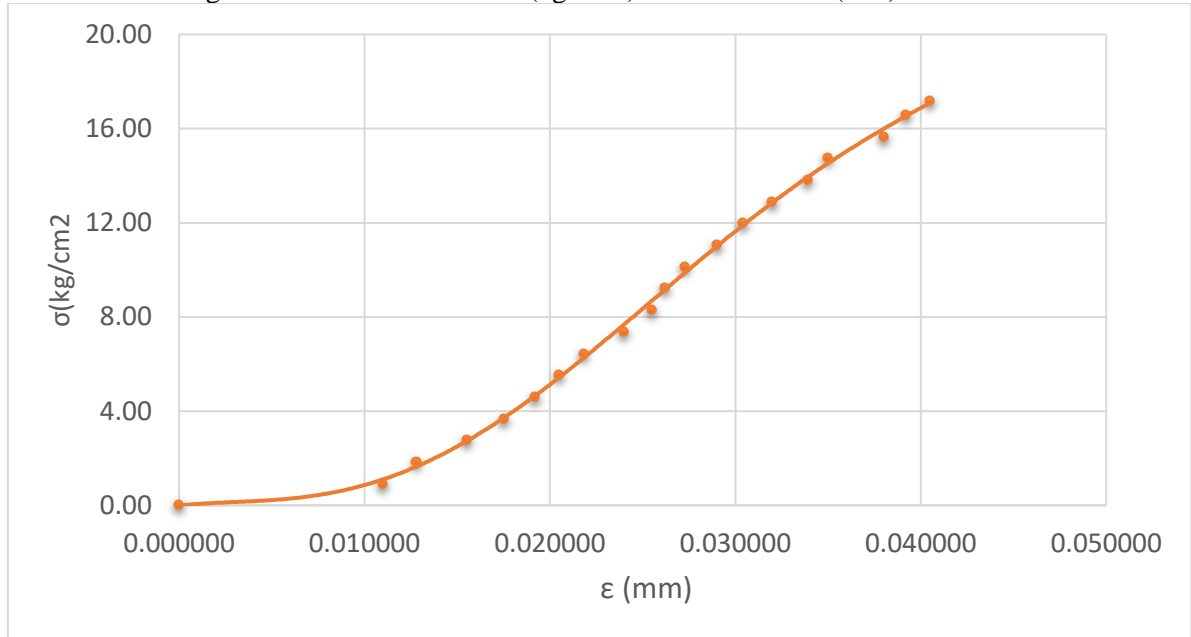


Tabla N° 46

Resistencia a flexión del adobe compactado 0.10%- 2

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (mm)
0	0.00	0.00	0.000000
100	0.92	0.70	0.007000
200	1.84	0.81	0.008100
300	2.76	1.00	0.010000
400	3.69	1.20	0.012000
500	4.61	1.45	0.014500
600	5.53	2.10	0.021000
700	6.45	2.45	0.024500
800	7.37	2.70	0.027000
900	8.29	2.85	0.028500
1000	9.22	2.93	0.029300
1100	10.14	3.15	0.031500
1200	11.06	3.30	0.033000
1300	11.98	3.42	0.034200
1400	12.90	3.50	0.035000
1500	13.82	3.71	0.037100
1570	14.47	3.98	0.039800

Figura N° 68 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 0.10%-2

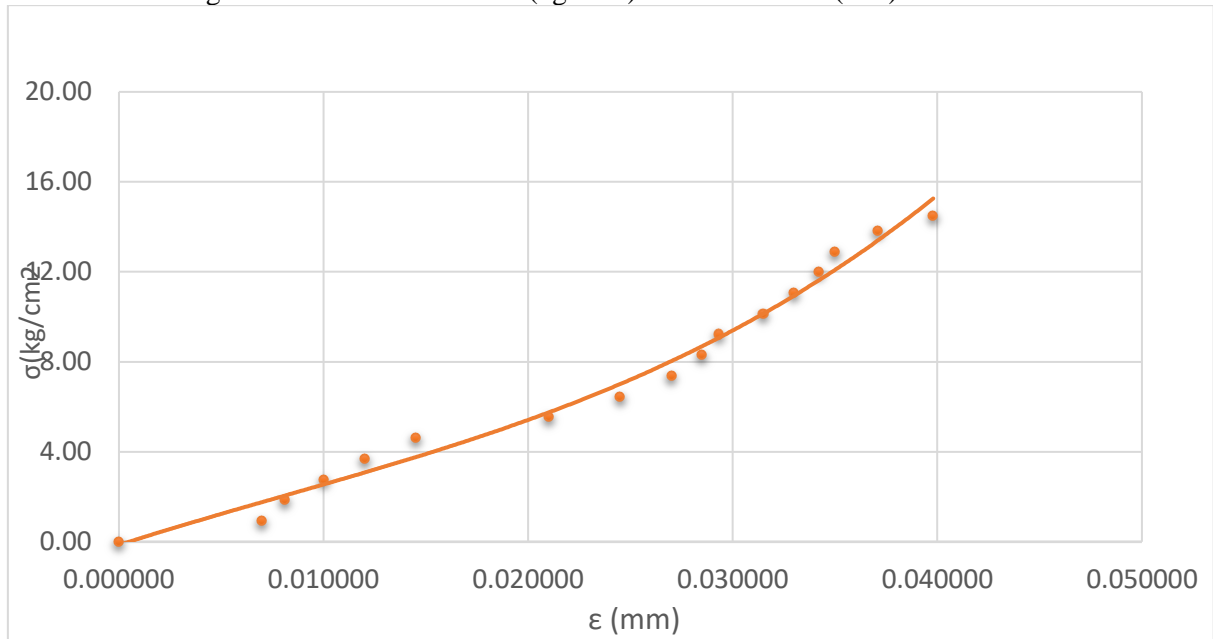


Tabla N° 47

Resistencia a flexión del adobe compactado 0.10%- 3

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm²)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria(mm)
0	0.00	0.00	0.000000
100	0.92	0.10	0.000999
200	1.84	0.22	0.002198
300	2.76	0.70	0.006993
400	3.69	0.82	0.008192
500	4.61	0.90	0.008991
600	5.53	1.20	0.011988
700	6.45	1.43	0.014286
800	7.37	1.60	0.015984
900	8.29	2.00	0.019980
1000	9.22	2.10	0.020979
1100	10.14	2.50	0.024975
1200	11.06	2.79	0.027872
1300	11.98	3.15	0.031469
1400	12.90	3.50	0.034965
1500	13.82	3.80	0.037962
1559	14.37	3.92	0.039161

Figura N° 69 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 0.10%-3

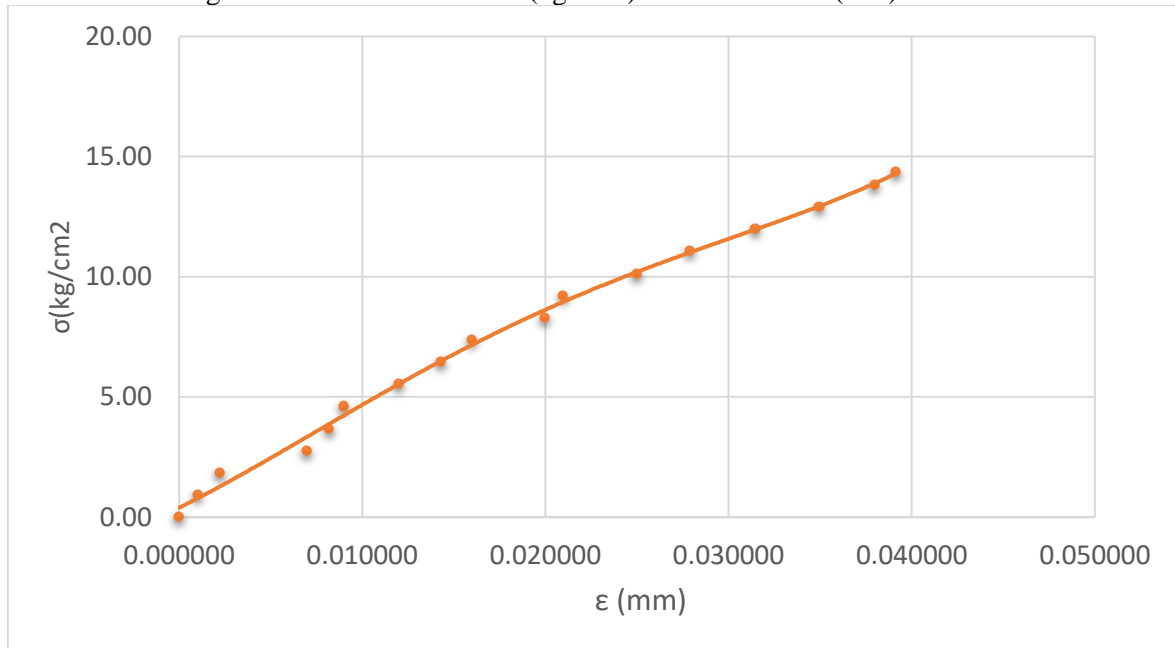


Tabla N° 48

Resistencia a flexión del adobe compactado 0.10%- 4

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (mm)
0	0.00	0.00	0.000000
100	0.92	0.15	0.001499
200	1.84	0.25	0.002498
300	2.76	0.75	0.007493
400	3.69	0.90	0.008991
500	4.61	1.12	0.011189
600	5.53	1.32	0.013187
700	6.45	1.44	0.014386
800	7.37	1.70	0.016983
900	8.29	2.10	0.020979
1000	9.22	2.35	0.023477
1100	10.14	2.57	0.025674
1200	11.06	2.79	0.027872
1300	11.98	3.00	0.029970
1400	12.90	3.53	0.035265
1559	14.37	3.68	0.036763

Figura N° 70 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 0.10%-4

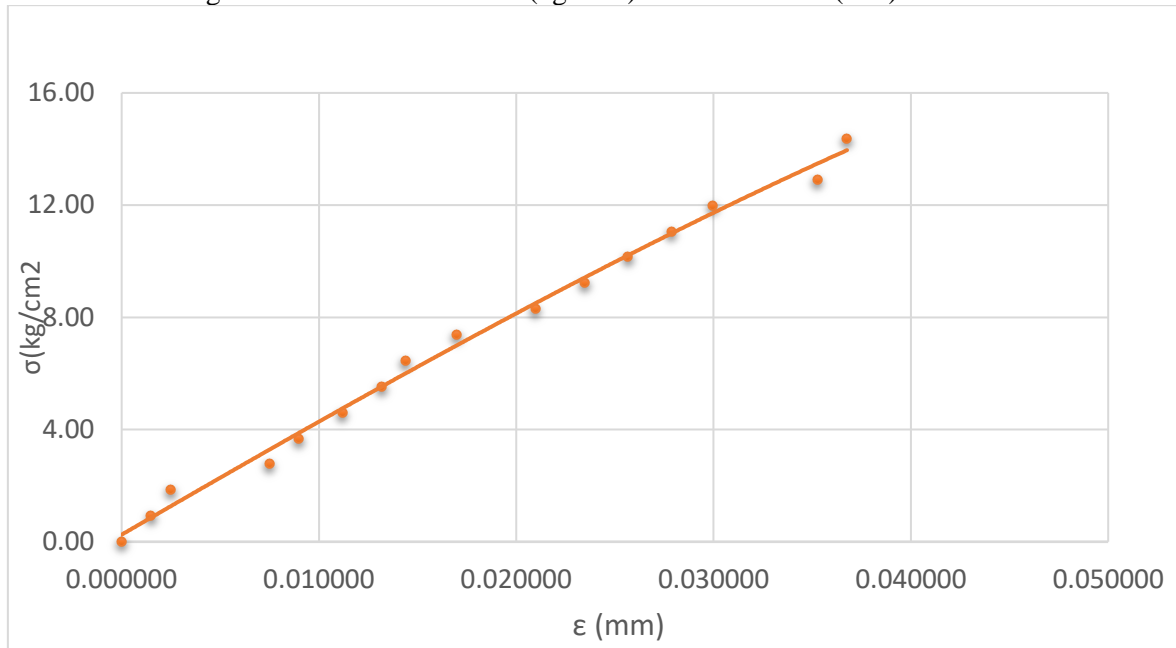


Tabla N° 49

Resistencia a flexión del adobe compactado 0.10%- 5

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria(mm)
0	0.00	0.00	0.000000
100	0.92	0.08	0.000800
200	1.84	0.18	0.001800
300	2.76	0.37	0.003700
400	3.69	0.55	0.005500
500	4.61	0.70	0.007000
600	5.53	0.85	0.008500
700	6.45	0.99	0.009900
800	7.37	1.10	0.011000
900	8.29	1.18	0.011800
1000	9.22	1.50	0.015000
1100	10.14	1.60	0.016000
1200	11.06	1.72	0.017200
1300	11.98	1.83	0.018300
1400	12.90	1.98	0.019800
1500	13.82	2.05	0.020500
1600	14.74	2.10	0.021000
1700	15.67	2.23	0.022300
1800	16.59	2.50	0.025000
1801	16.60	2.71	0.027100

Figura N° 71 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 0.10%-5

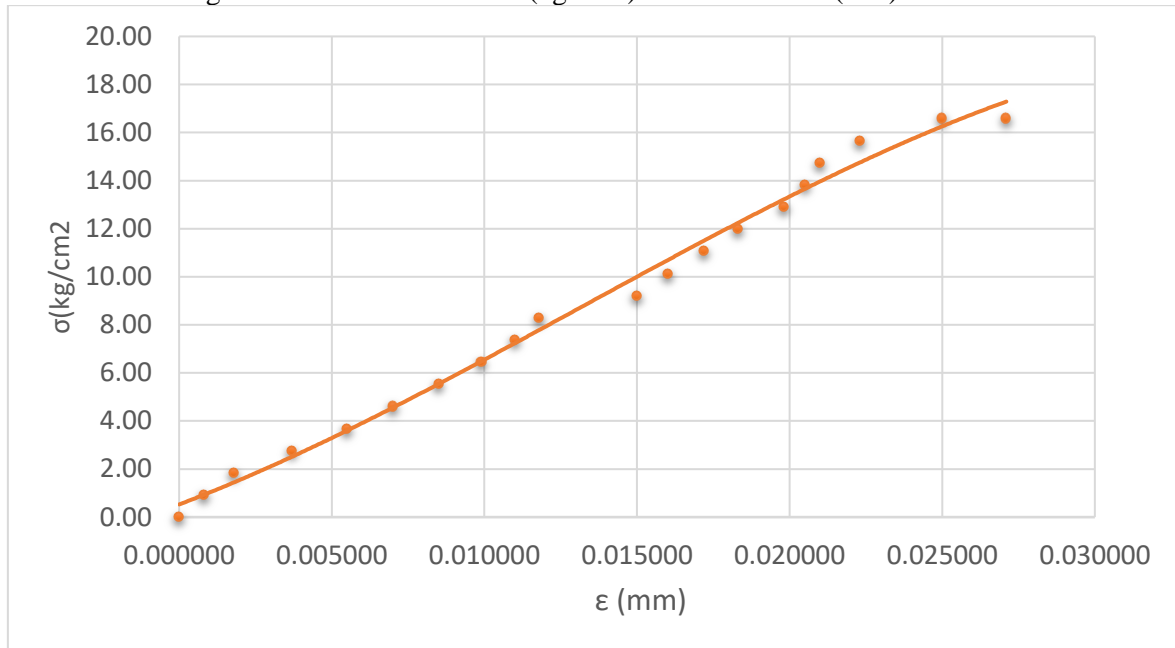
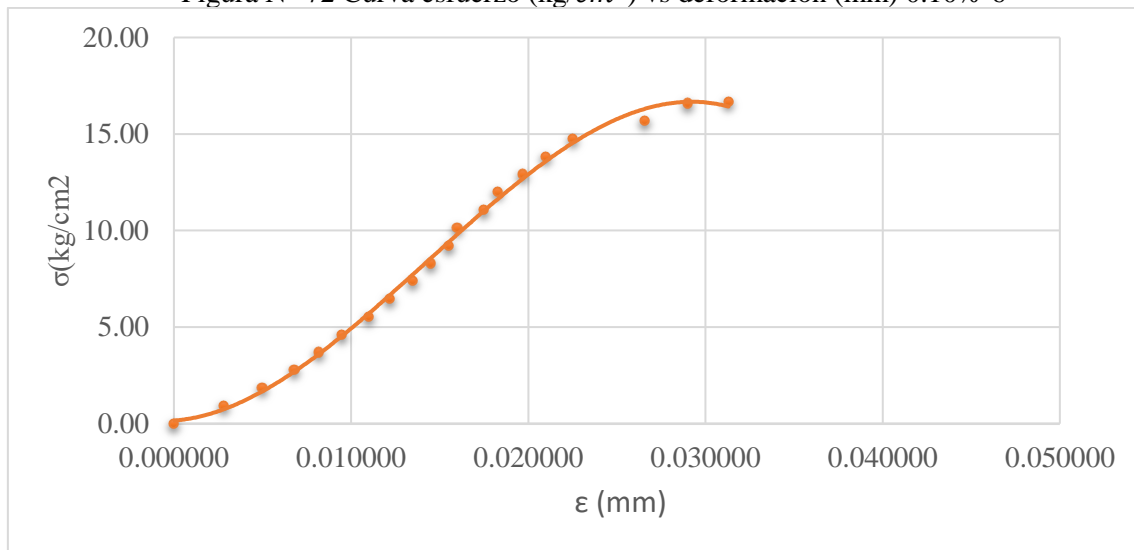


Tabla N° 50

Resistencia a flexión del adobe compactado 0.10%- 6

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria(mm)
0	0.00	0.00	0.000000
100	0.92	0.28	0.002800
200	1.84	0.50	0.005000
300	2.76	0.68	0.006800
400	3.69	0.82	0.008200
500	4.61	0.95	0.009500
600	5.53	1.10	0.011000
700	6.45	1.22	0.012200
800	7.37	1.35	0.013500
900	8.29	1.45	0.014500
1000	9.22	1.55	0.015500
1100	10.14	1.60	0.016000
1200	11.06	1.75	0.017500
1300	11.98	1.83	0.018300
1400	12.90	1.97	0.019700
1500	13.82	2.1	0.021000
1600	14.74	2.25	0.022500
1700	15.67	2.66	0.026600
1800	16.59	2.9	0.029000
1808	16.66	3.13	0.031300

Figura N° 72 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 0.10%-6



ROTURA DE UNID. DE ADOBE CON INCORPORACION 0.50% DE FIBRAS DE YUTE.

Tabla N° 51

Resistencia a compresión del adobe compactado 0.50%-1

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria(mm)
0	0.000	0.00	0.000000
500	2.193	1.20	0.011976
1000	4.386	1.72	0.017166
1500	6.579	1.90	0.018962
2000	8.772	2.10	0.020958
2500	10.966	2.35	0.023453
3000	13.159	2.50	0.024950
3500	15.352	2.70	0.026946
4000	17.545	3.20	0.031936
4500	19.738	3.70	0.036926
5000	21.931	3.80	0.037924
5500	24.124	4.10	0.040918
6000	26.317	4.23	0.042216
6500	28.510	4.50	0.044910
7000	30.703	5.10	0.050898
7500	32.897	5.30	0.052894
8000	35.090	5.65	0.056387
8500	37.283	6.10	0.060878
9000	39.476	6.35	0.063373
9500	41.669	6.48	0.064671
10000	43.862	7.00	0.069860
10500	46.055	7.10	0.070858
11000	48.248	7.53	0.075150
11500	50.441	7.6	0.075848
12350	54.170	7.80	0.077844

Figura N° 73 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 0.50%-1

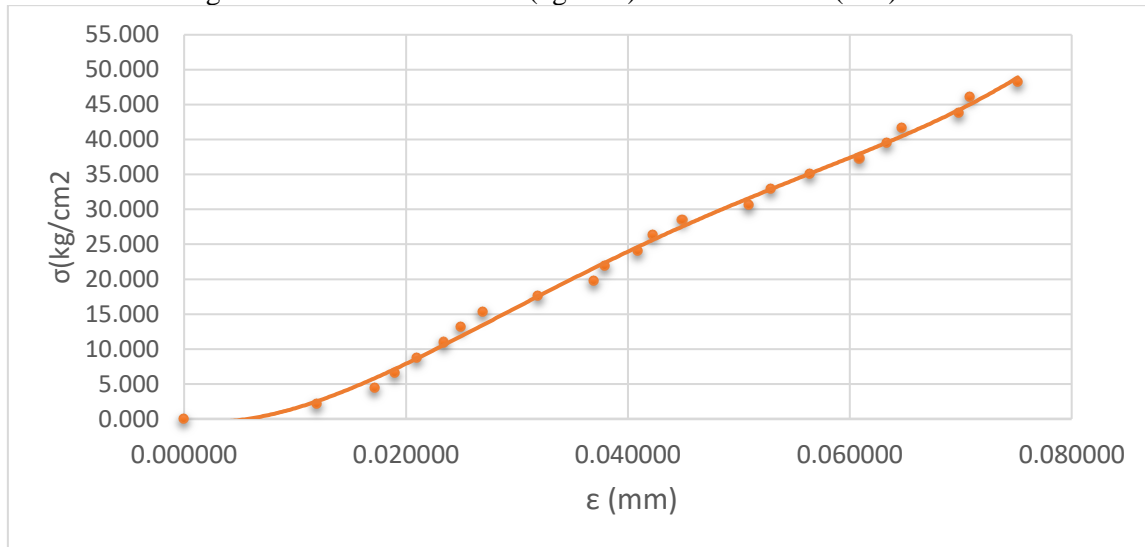


Tabla N° 52

Resistencia a compresión del adobe compactado 0.50%-2.

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria(mm)
0	0.000	0.00	0.000000
500	2.171	0.70	0.006993
1000	4.343	1.35	0.013487
1500	6.514	1.60	0.015984
2000	8.685	1.88	0.018781
2500	10.857	2.30	0.022977
3000	13.028	2.52	0.025175
3500	15.199	2.62	0.026174
4000	17.371	2.78	0.027772
4500	19.542	2.93	0.029271
5000	21.713	3.05	0.030470
5500	23.884	3.15	0.031469
6000	26.056	3.25	0.032468
6500	28.227	3.40	0.033966
7000	30.398	3.59	0.035864
7500	32.570	3.68	0.036763
8000	34.741	3.70	0.036963
8500	36.912	3.80	0.037962
9000	39.084	3.90	0.038961
9500	41.255	4.05	0.040460
10000	43.426	4.10	0.040959
10500	45.598	4.25	0.042458
11000	47.769	4.45	0.044456
11500	49.940	4.75	0.047453
12000	52.112	4.80	0.047952
12500	54.283	5.3	0.052947
13000	56.454	5.6	0.055944
13959	60.619	6.30	0.062937

Figura N° 74 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 0.50%-2

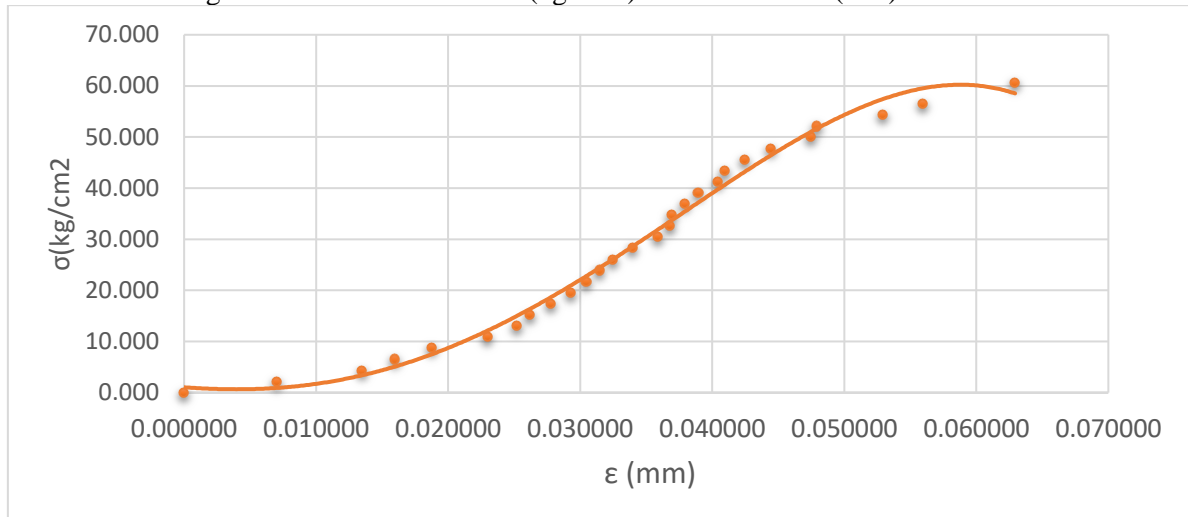
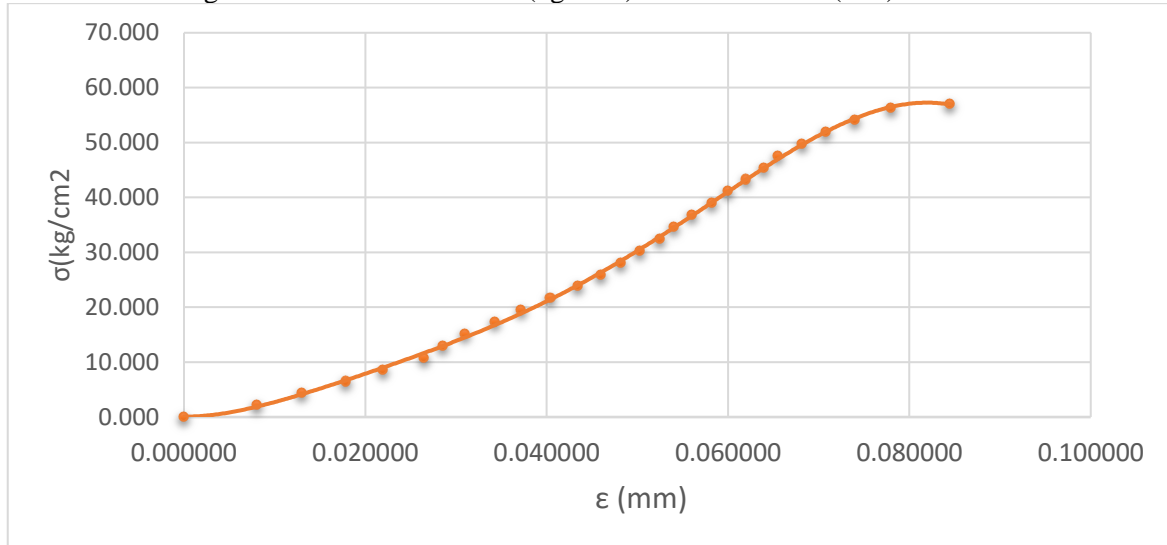


Tabla N°53

Resistencia a compresión del adobe compactado 0.50%-3

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria(mm)
0	0.000	0.00	0.000000
500	2.164	0.80	0.008000
1000	4.328	1.30	0.013000
1500	6.492	1.79	0.017900
2000	8.657	2.20	0.022000
2500	10.821	2.65	0.026500
3000	12.985	2.85	0.028500
3500	15.149	3.10	0.031000
4000	17.313	3.43	0.034300
4500	19.477	3.72	0.037200
5000	21.641	4.04	0.040400
5500	23.805	4.35	0.043500
6000	25.970	4.60	0.046000
6500	28.134	4.82	0.048200
7000	30.298	5.03	0.050300
7500	32.462	5.25	0.052500
8000	34.626	5.40	0.054000
8500	36.790	5.60	0.056000
9000	38.954	5.82	0.058200
9500	41.118	6.00	0.060000
10000	43.283	6.20	0.062000
10500	45.447	6.40	0.064000
11000	47.611	6.55	0.065500
11500	49.775	6.82	0.068200
12000	51.939	7.08	0.070800
12500	54.103	7.40	0.074000
13000	56.267	7.80	0.078000
13180	57.046	8.45	0.084500

Figura N° 75 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 0.50%-3



Adobe, Incorporación 0.50%-4

Tabla N° 54

Resistencia a compresión del adobe compactado 0.50%-4

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria(mm)
0	0.000	0.00	0.000000
500	2.109	1.65	0.016500
1000	4.217	1.90	0.019000
1500	6.326	2.20	0.022000
2000	8.435	2.45	0.024500
2500	10.543	2.55	0.025500
3000	12.652	2.95	0.029500
3500	14.760	3.00	0.030000
4000	16.869	3.15	0.031500
4500	18.978	3.25	0.032500
5000	21.086	3.50	0.035000
5500	23.195	3.65	0.036500
6000	25.304	3.80	0.038000
6500	27.412	3.90	0.039000
7000	29.521	4.05	0.040500
7500	31.630	4.25	0.042500
8000	33.738	4.40	0.044000
8500	35.847	4.50	0.045000
9000	37.955	4.70	0.047000
9500	40.064	4.85	0.048500
10000	42.173	5.05	0.050500
10500	44.281	5.45	0.054500
11000	46.390	5.80	0.058000
11500	48.499	6.10	0.061000
12000	50.607	6.65	0.066500
13621	57.443	6.80	0.068000

Figura N° 76 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 0.50%-4.

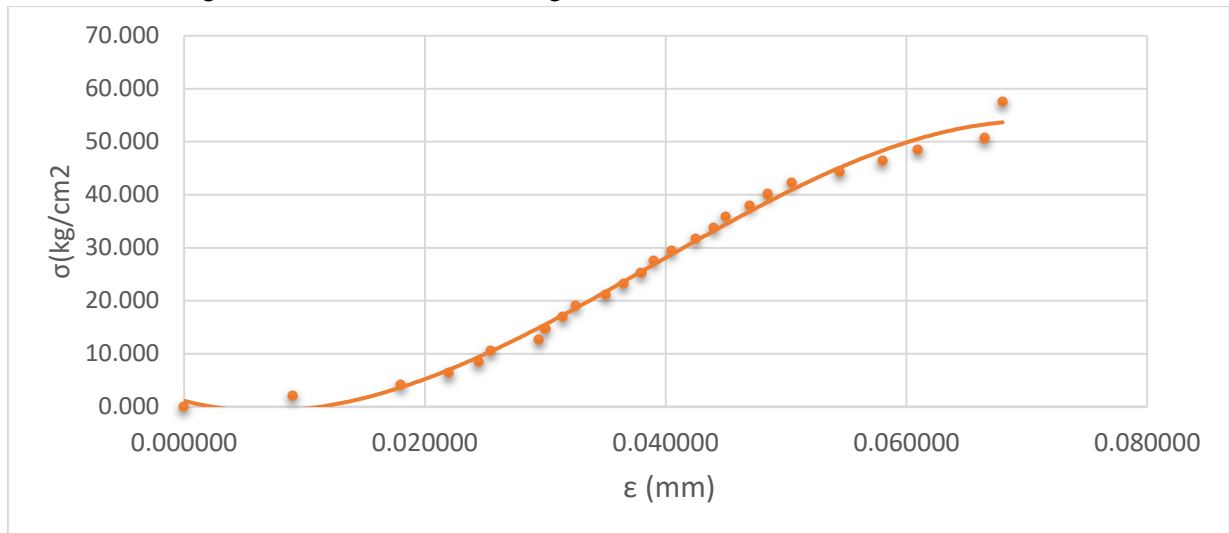


Tabla N° 55

Resistencia a compresión del adobe compactado 0.50%-5

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria(mm)
0	0.000	0.00	0.000000
500	2.193	0.50	0.005000
1000	4.386	1.00	0.010000
1500	6.579	1.50	0.015000
2000	8.772	2.35	0.023500
2500	10.966	2.70	0.027000
3000	13.159	2.91	0.029100
3500	15.352	3.05	0.030500
4000	17.545	3.33	0.033300
4500	19.738	3.80	0.038000
5000	21.931	4.00	0.040000
5500	24.124	4.35	0.043500
6000	26.317	4.60	0.046000
6500	28.510	4.82	0.048200
7000	30.703	5.10	0.051000
7500	32.897	5.30	0.053000
8000	35.090	5.48	0.054800
8500	37.283	6.00	0.060000
9000	39.476	6.05	0.060500
9500	41.669	6.15	0.061500
10000	43.862	6.40	0.064000
10500	46.055	6.55	0.065500
11000	48.248	6.82	0.068200
11500	50.441	7.10	0.071000
12000	52.634	7.40	0.074000
12500	54.828	8.00	0.080000
13000	57.021	8.10	0.081000
13458	59.030	8.45	0.084500

Figura N° 77 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 0.50%-5

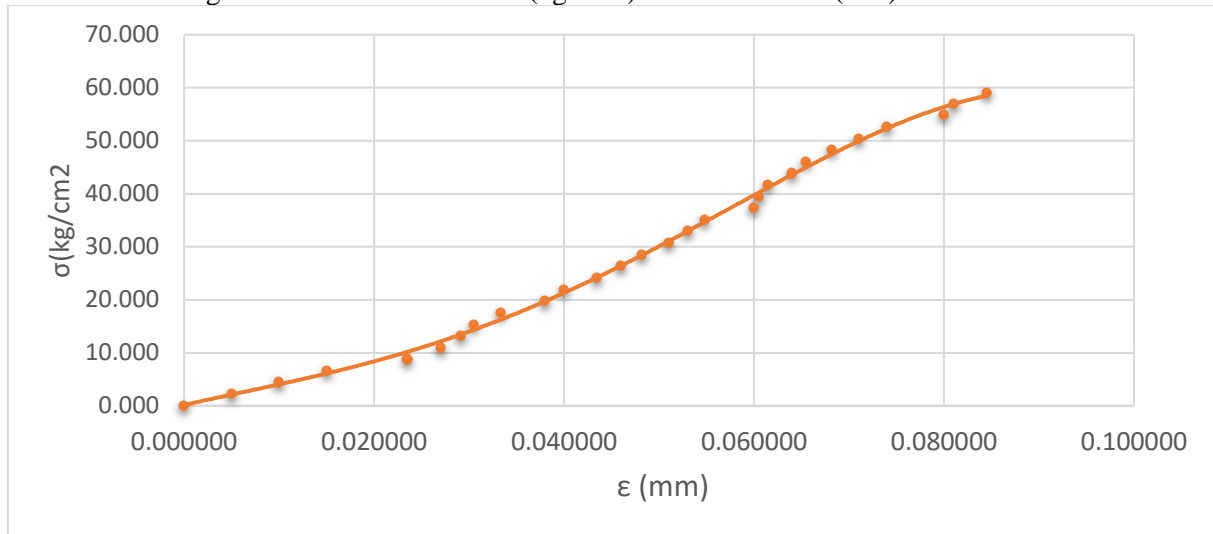
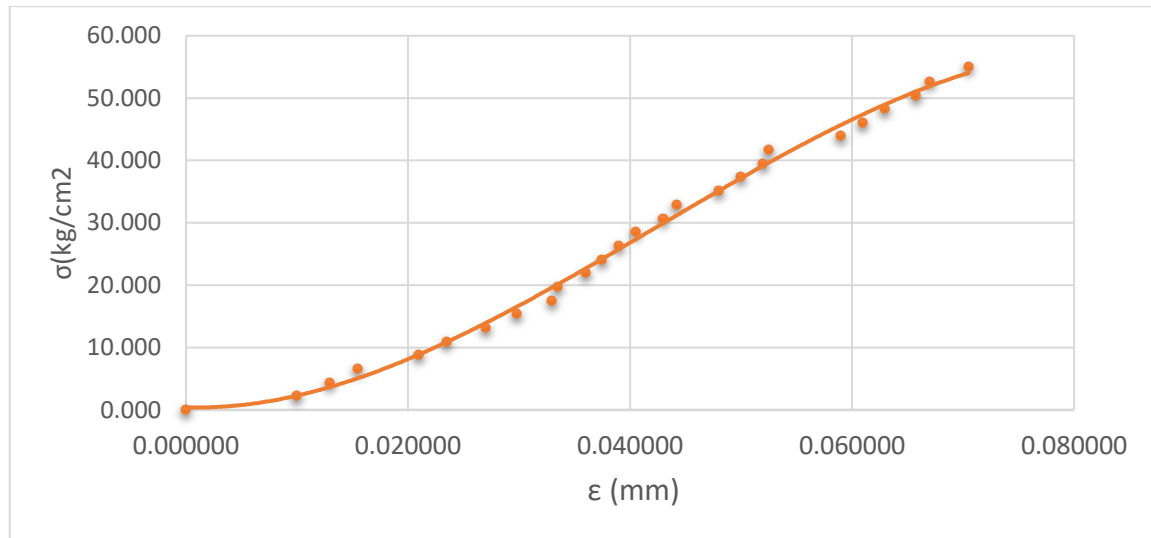


Tabla N° 56

Resistencia a compresión del adobe compactado 0.50%-6

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria(mm)
0	0.000	0.00	0.000000
500	2.193	1.00	0.010000
1000	4.386	1.30	0.013000
1500	6.579	1.55	0.015500
2000	8.772	2.10	0.021000
2500	10.966	2.35	0.023500
3000	13.159	2.70	0.027000
3500	15.352	2.98	0.029800
4000	17.545	3.30	0.033000
4500	19.738	3.35	0.033500
5000	21.931	3.60	0.036000
5500	24.124	3.75	0.037500
6000	26.317	3.90	0.039000
6500	28.510	4.05	0.040500
7000	30.703	4.30	0.043000
7500	32.897	4.42	0.044200
8000	35.090	4.80	0.048000
8500	37.283	5.00	0.050000
9000	39.476	5.20	0.052000
9500	41.669	5.25	0.052500
10000	43.862	5.90	0.059000
10500	46.055	6.10	0.061000
11000	48.248	6.30	0.063000
11500	50.441	6.58	0.065800
12000	52.634	6.70	0.067000
12547	55.034	7.05	0.070500

Figura N° 78 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 0.50%-6



ROTURA A FLEXIÓN DE UNIDADES DE ADOBE COMPACTADO CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE YUTE AL 0.50% CON RESPECTO AL ADOBE PATRÓN.

Tabla N° 57

Resistencia a flexión del adobe compactado 0.50%-1

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (mm)
0	0.00	0.00	0.000000
100	0.92	1.60	0.016000
200	1.85	1.70	0.017000
300	2.77	1.82	0.018200
400	3.70	1.93	0.019300
500	4.62	2.08	0.020800
600	5.55	2.20	0.022000
700	6.47	2.30	0.023000
800	7.40	2.45	0.024500
900	8.32	2.55	0.025500
1000	9.25	2.80	0.028000
1100	10.17	2.93	0.029300
1200	11.10	3.08	0.030800
1300	12.02	3.15	0.031500
1400	12.95	3.25	0.032500
1500	13.87	3.30	0.033000
1600	14.79	3.50	0.035000
1700	15.72	3.63	0.036300
1800	16.64	3.70	0.037000
1900	17.57	3.82	0.038200
2000	18.49	3.92	0.039200
2100	19.42	4.00	0.040000
2226	20.58	4.15	0.041500

Figura N° 79 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 0.50%-1

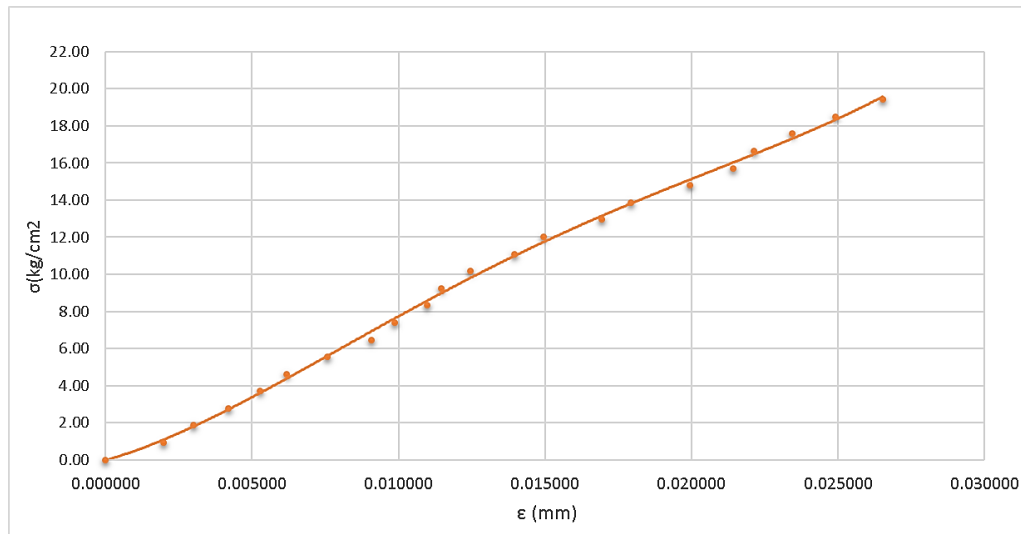


Tabla N° 58

Resistencia a flexión adobe compactado 0.50%-2

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria(mm)
0	0.00	0.00	0.000000
100	0.92	0.20	0.001994
200	1.85	0.30	0.002991
300	2.77	0.42	0.004187
400	3.70	0.53	0.005284
500	4.62	0.62	0.006181
600	5.55	0.76	0.007577
700	6.47	0.91	0.009073
800	7.40	0.99	0.009870
900	8.32	1.10	0.010967
1000	9.25	1.15	0.011466
1100	10.17	1.25	0.012463
1200	11.10	1.40	0.013958
1300	12.02	1.50	0.014955
1400	12.95	1.70	0.016949
1500	13.87	1.80	0.017946
1600	14.79	2.00	0.019940
1700	15.72	2.15	0.021436
1800	16.64	2.22	0.022134
1900	17.57	2.35	0.023430
2000	18.49	2.50	0.024925
2100	19.42	2.66	0.026520
2193	20.28	2.72	0.027119

Figura N° 80 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 0.50%-2

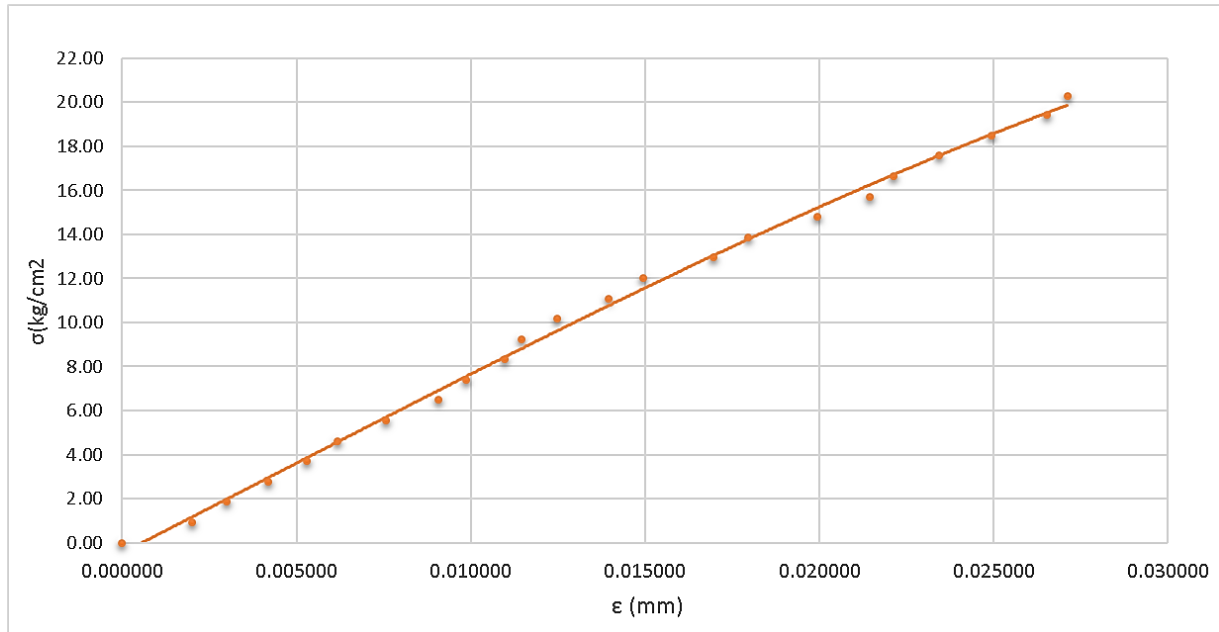


Tabla N° 59

Resistencia a flexión adobe compactado 0.50%-3

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (mm)
0	0.00	0.00	0.000000
100	0.92	0.28	0.002797
200	1.85	0.43	0.004296
300	2.77	0.67	0.006693
400	3.70	0.85	0.008492
500	4.62	0.97	0.009690
600	5.55	1.08	0.010789
700	6.47	1.15	0.011489
800	7.40	1.25	0.012488
900	8.32	1.45	0.014486
1000	9.25	1.52	0.015185
1100	10.17	1.57	0.015684
1200	11.10	1.70	0.016983
1300	12.02	1.80	0.017982
1400	12.95	1.93	0.019281
1500	13.87	2.05	0.020480
1600	14.79	2.10	0.020979
1700	15.72	2.20	0.021978
1800	16.64	2.30	0.022977
1900	17.57	2.45	0.024476
2000	18.49	2.50	0.024975
2306	21.32	2.65	0.026474

Figura N° 81 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 0.50%-3

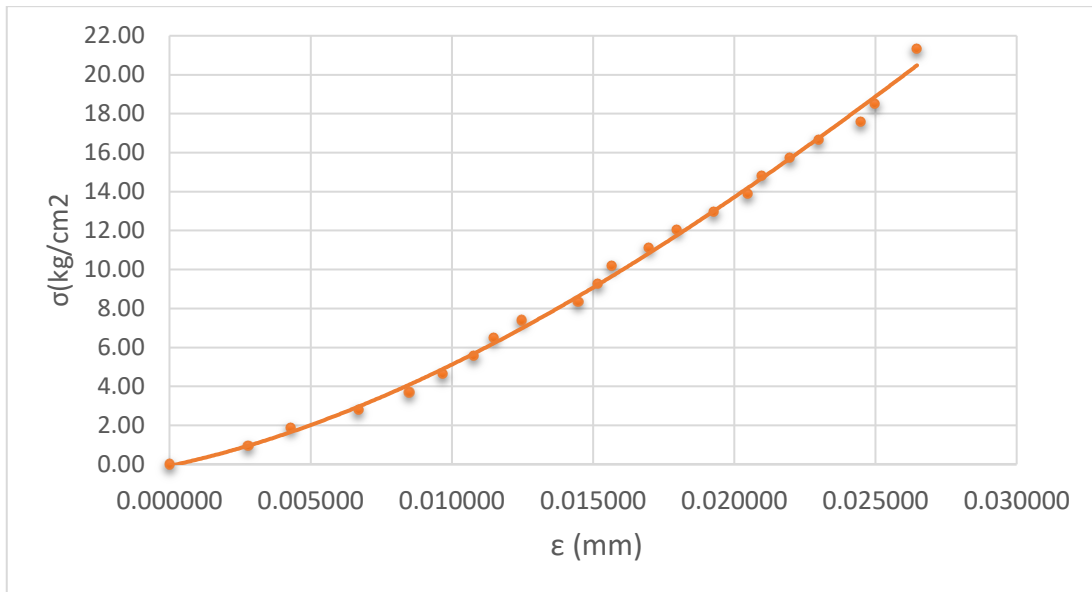


Tabla N° 60

Resistencia a flexión adobe compactado 0.50%-4

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria(mm)
0	0.00	0.00	0.000000
100	0.92	0.10	0.000997
200	1.85	0.85	0.008475
300	2.77	1.05	0.010469
400	3.70	1.20	0.011964
500	4.62	1.30	0.012961
600	5.55	1.50	0.014955
700	6.47	1.60	0.015952
800	7.40	1.75	0.017448
900	8.32	1.92	0.019143
1000	9.25	2.10	0.020937
1100	10.17	2.35	0.023430
1200	11.10	2.52	0.025125
1300	12.02	2.71	0.027019
1400	12.95	2.93	0.029212
1500	13.87	3.15	0.031406
1600	14.79	3.37	0.033599
1700	15.72	3.52	0.035095
1800	16.64	3.60	0.035892
1900	17.57	3.71	0.036989
2074	19.18	3.95	0.039382

Figura N° 82 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 0.50%-4

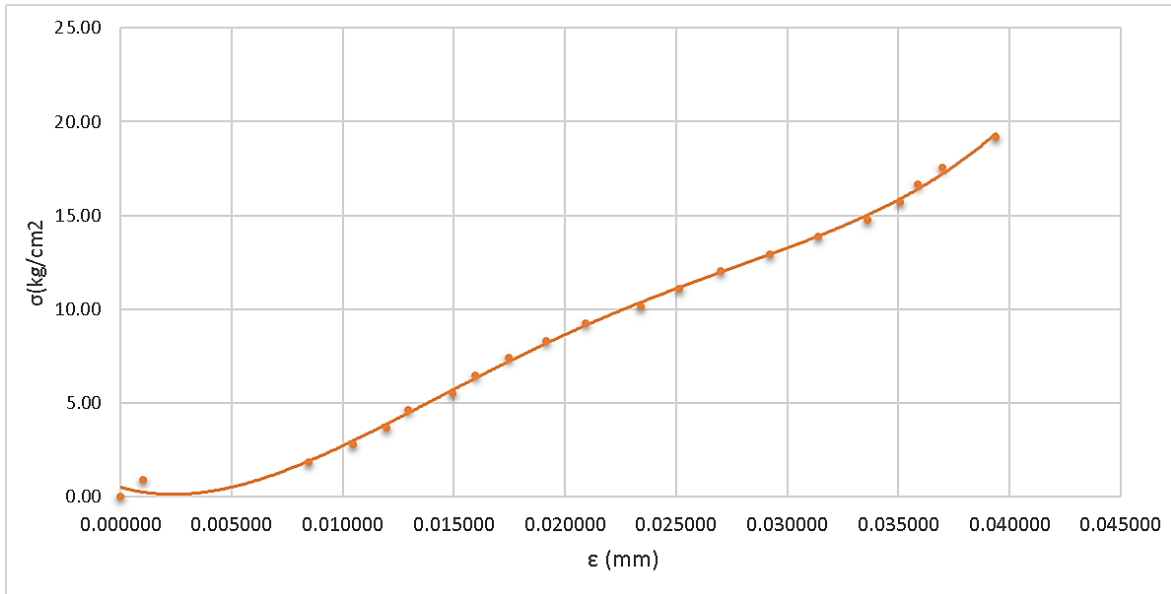


Tabla N° 61

Resistencia a flexión adobe compactado 0.50%-5

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (mm)
0	0.00	0.00	0.000000
100	0.92	0.55	0.005495
200	1.85	0.80	0.007992
300	2.77	0.92	0.009191
400	3.70	0.97	0.009690
500	4.62	1.10	0.010989
600	5.55	1.25	0.012488
700	6.47	1.30	0.012987
800	7.40	1.60	0.015984
900	8.32	1.82	0.018182
1000	9.25	2.18	0.021778
1100	10.17	2.27	0.022677
1200	11.10	2.43	0.024276
1300	12.02	2.51	0.025075
1400	12.95	2.60	0.025974
1500	13.87	2.91	0.029071
1600	14.79	3.05	0.030470
1700	15.72	3.10	0.030969
1800	16.64	3.22	0.032168
1900	17.57	3.35	0.033467
2000	18.49	3.50	0.034965
2100	19.42	3.71	0.037063
2200	20.34	3.80	0.037962
2536	23.45	3.98	0.039760

Figura N° 83 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 0.50%-5

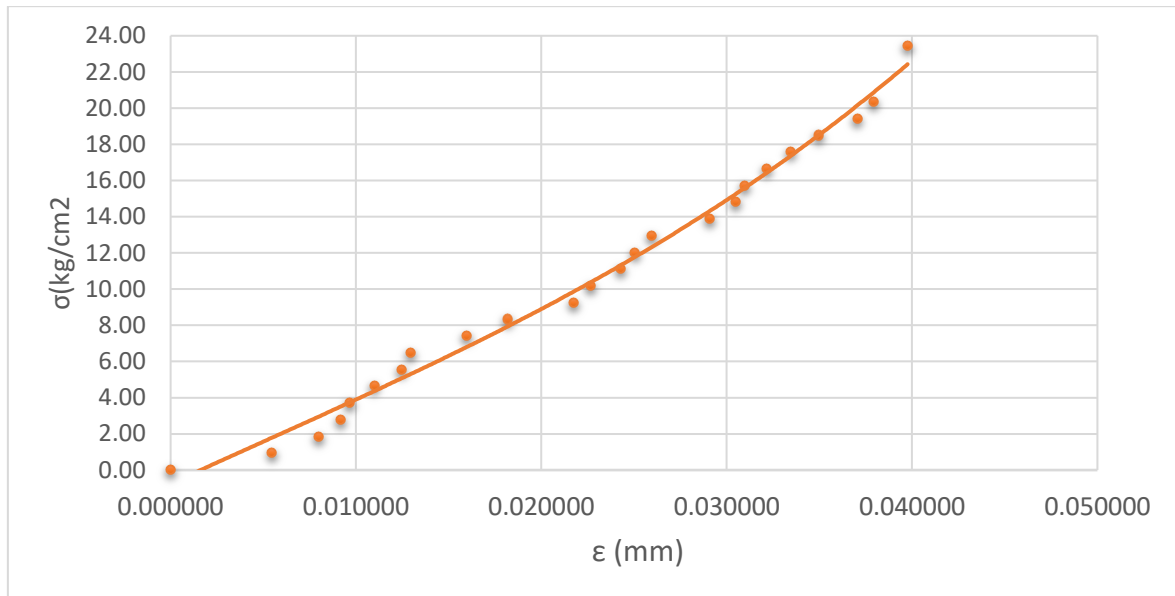
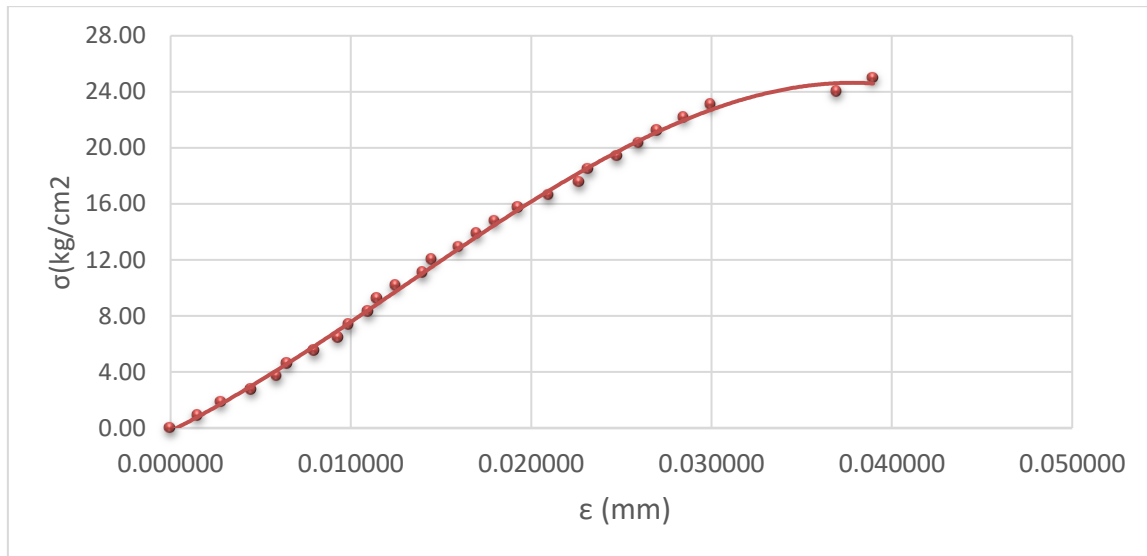


Tabla N° 62

Resistencia a flexión adobe compactado 0.50%-6

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (mm)
0	0.00	0	0.000000
100	0.92	0.15	0.001499
200	1.85	0.28	0.002797
300	2.77	0.45	0.004496
400	3.70	0.59	0.005894
500	4.62	0.65	0.006494
600	5.55	0.8	0.007992
700	6.47	0.93	0.009291
800	7.40	0.99	0.009890
900	8.32	1.1	0.010989
1000	9.25	1.15	0.011489
1100	10.17	1.25	0.012488
1200	11.10	1.40	0.013986
1300	12.02	1.45	0.014486
1400	12.95	1.60	0.015984
1500	13.87	1.70	0.016983
1600	14.79	1.80	0.017982
1700	15.72	1.93	0.019281
1800	16.64	2.10	0.020979
1900	17.57	2.27	0.022677
2000	18.49	2.32	0.023177
2100	19.42	2.48	0.024775
2200	20.34	2.60	0.025974
2300	21.27	2.70	0.026973
2400	22.19	2.85	0.028472
2500	23.12	3.00	0.029970
2600	24.04	3.70	0.036963
2702	24.98	3.90	0.038961

Figura N° 84 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 0.50%-6



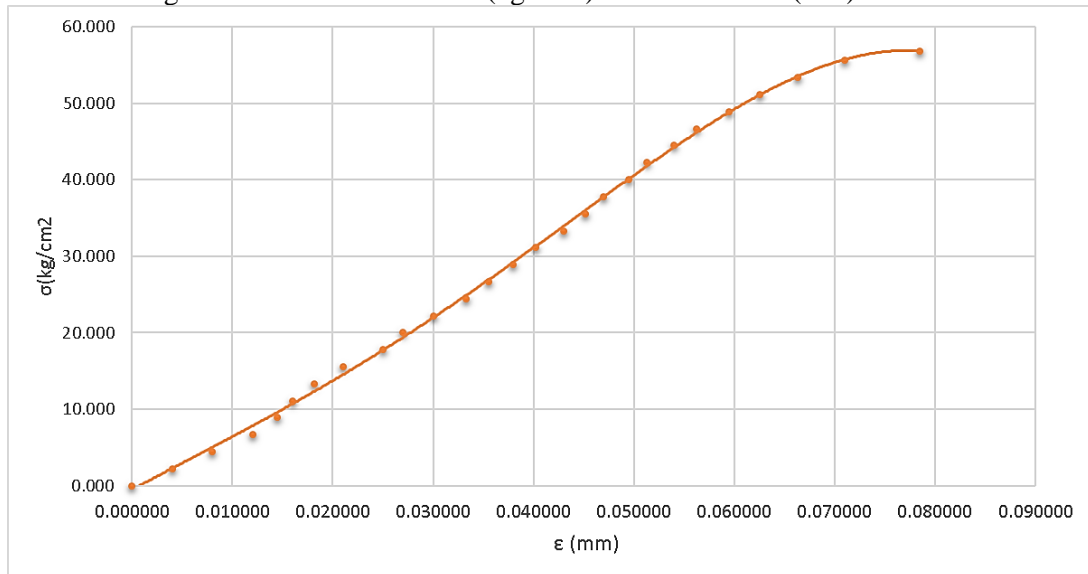
ROTURA DE UNIDADES DE ADOBE COMPACTADO CON INCORPORACION DE FIBRAS DE YUTE AL 1.0% DEL PESO DEL ADOBE PATRÓN.

Tabla N° 63

Resistencia a compresión del adobe compactado 1.00%-1

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (mm)
0	0.000	0.00	0.000000
500	2.223	0.40	0.004000
1000	4.446	0.80	0.008000
1500	6.669	1.20	0.012000
2000	8.892	1.45	0.014500
2500	11.116	1.60	0.016000
3000	13.339	1.82	0.018200
3500	15.562	2.10	0.021000
4000	17.785	2.50	0.025000
4500	20.008	2.70	0.027000
5000	22.231	3.00	0.030000
5500	24.454	3.33	0.033300
6000	26.677	3.55	0.035500
6500	28.900	3.80	0.038000
7000	31.124	4.02	0.040200
7500	33.347	4.30	0.043000
8000	35.570	4.52	0.045200
8500	37.793	4.70	0.047000
9000	40.016	4.95	0.049500
9500	42.239	5.13	0.051300
10000	44.462	5.40	0.054000
10500	46.685	5.62	0.056200
11000	48.908	5.95	0.059500
11500	51.132	6.25	0.062500
12000	53.355	6.63	0.066300
12500	55.578	7.10	0.071000
12784	56.841	7.85	0.078500

Figura N° 85 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 1.00%-1



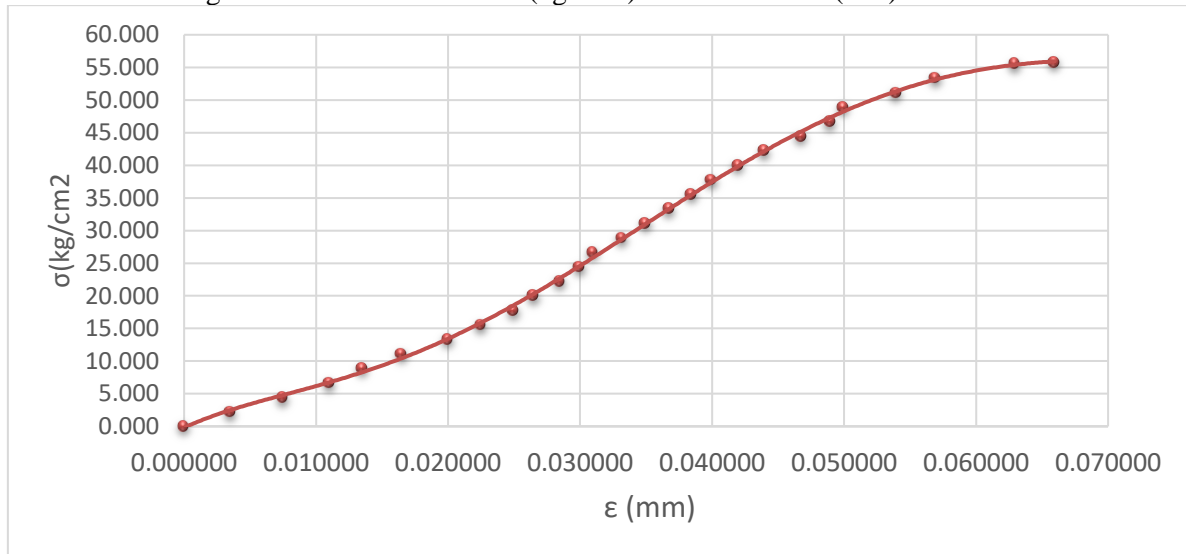
Adobe, con incorporación 1.00%-2

Tabla N° 64

Resistencia a compresión del adobe compactado 1.00%-2

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (mm)
0	0.000	0.00	0.000000
500	2.223	0.35	0.003497
1000	4.446	0.75	0.007493
1500	6.669	1.10	0.010989
2000	8.892	1.35	0.013487
2500	11.116	1.65	0.016484
3000	13.339	2.00	0.019980
3500	15.562	2.25	0.022478
4000	17.785	2.50	0.024975
4500	20.008	2.65	0.026474
5000	22.231	2.85	0.028472
5500	24.454	3.00	0.029970
6000	26.677	3.10	0.030969
6500	28.900	3.32	0.033167
7000	31.124	3.50	0.034965
7500	33.347	3.68	0.036763
8000	35.570	3.85	0.038462
8500	37.793	4.00	0.039960
9000	40.016	4.20	0.041958
9500	42.239	4.40	0.043956
10000	44.462	4.68	0.046753
10500	46.685	4.90	0.048951
11000	48.908	5.00	0.049950
11500	51.132	5.40	0.053946
12000	53.355	5.70	0.056943
12500	55.578	6.30	0.062937
12548	55.791	6.60	0.065934

Figura N° 86 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 1.10%-2



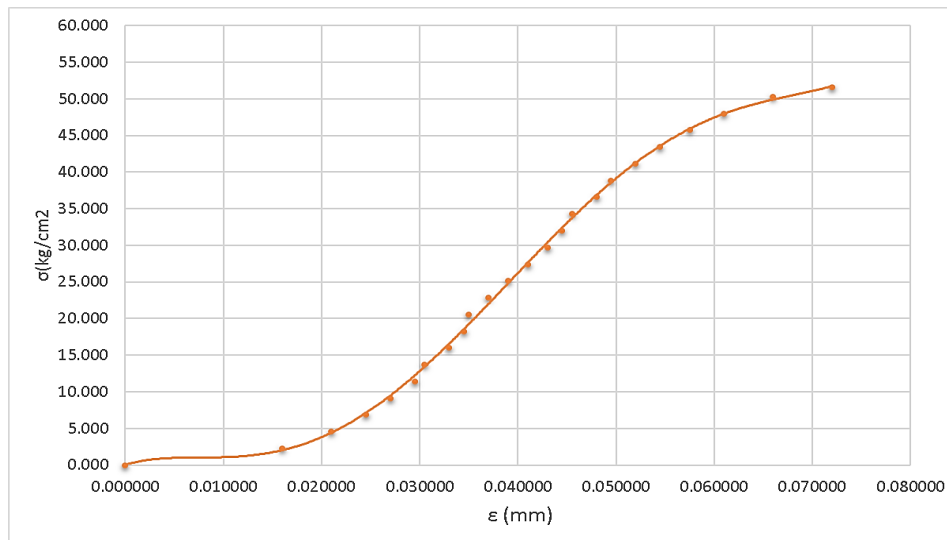
Adobe, incorporación 1.00%-3

Tabla N° 65

Resistencia a compresión del adobe compactado 1.00%-3

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (mm)
0	0.000	0.00	0.000000
500	2.285	1.60	0.016000
1000	4.571	2.10	0.021000
1500	6.856	2.45	0.024500
2000	9.141	2.70	0.027000
2500	11.426	2.95	0.029500
3000	13.712	3.05	0.030500
3500	15.997	3.30	0.033000
4000	18.282	3.45	0.034500
4500	20.568	3.50	0.035000
5000	22.853	3.70	0.037000
5500	25.138	3.90	0.039000
6000	27.424	4.10	0.041000
6500	29.709	4.30	0.043000
7000	31.994	4.45	0.044500
7500	34.279	4.55	0.045500
8000	36.565	4.80	0.048000
8500	38.850	4.95	0.049500
9000	41.135	5.20	0.052000
9500	43.421	5.45	0.054500
10000	45.706	5.75	0.057500
10500	47.991	6.10	0.061000
11000	50.277	6.60	0.066000
11287	51.588	7.20	0.072000

Figura N° 87 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 1.00%-3



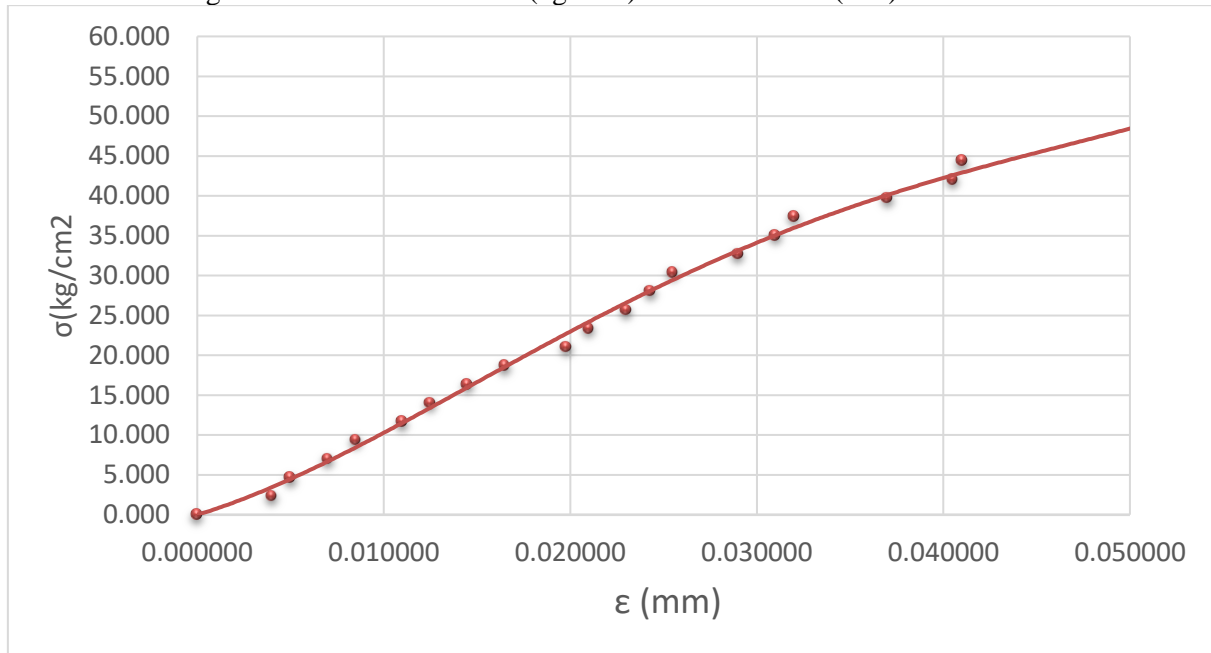
Adobe, incorporación 1.00%-4

Tabla N° 66

Resistencia a la compresión de adobe compactado 1.00%-4

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (mm)
0	0.000	0.00	0.000000
500	2.339	0.40	0.004000
1000	4.678	0.50	0.005000
1500	7.016	0.70	0.007000
2000	9.355	0.85	0.008500
2500	11.694	1.10	0.011000
3000	14.033	1.25	0.012500
3500	16.372	1.45	0.014500
4000	18.710	1.65	0.016500
4500	21.049	1.98	0.019800
5000	23.388	2.10	0.021000
5500	25.727	2.30	0.023000
6000	28.066	2.43	0.024300
6500	30.404	2.55	0.025500
7000	32.743	2.90	0.029000
7500	35.082	3.10	0.031000
8000	37.421	3.20	0.032000
8500	39.760	3.70	0.037000
9000	42.098	4.05	0.040500
9500	44.437	4.10	0.041000
10000	46.776	5.08	0.050800
10500	49.115	5.18	0.051800
11000	51.454	5.30	0.053000
11230	52.529	5.50	0.055000

Figura N° 88 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 1.00%-4



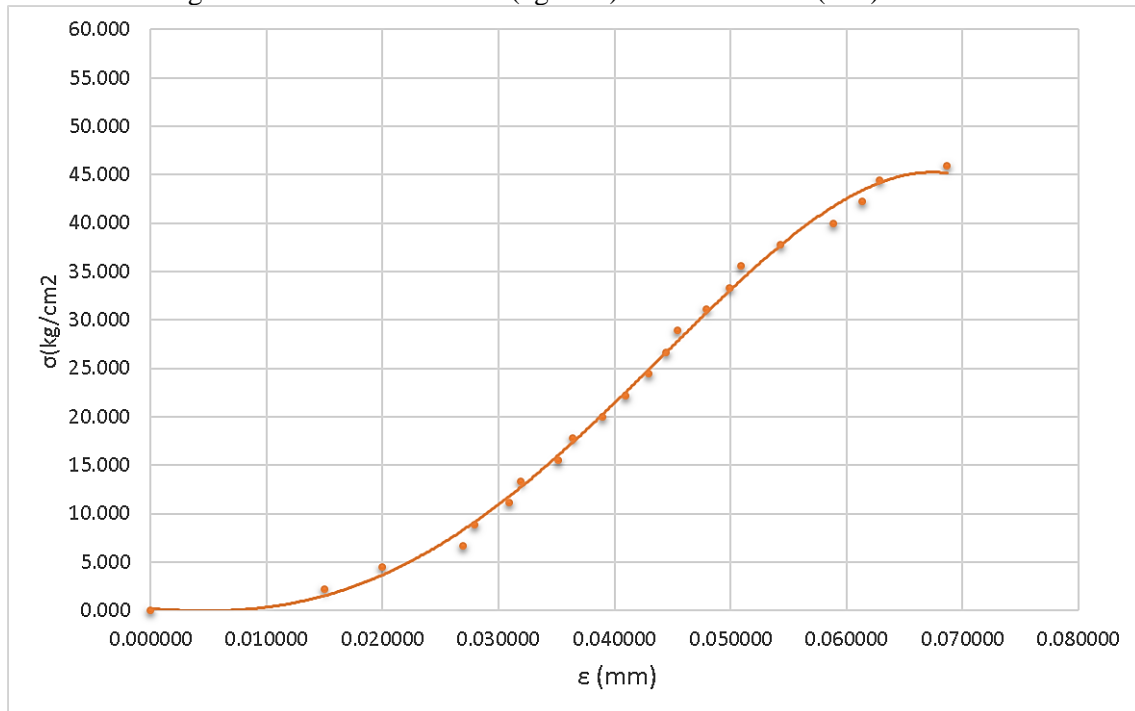
Adobe, incorporación 1.00%-5

Tabla N° 67

Resistencia a la compresión de adobe compactado 1.00%-5

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (mm)
0	0.000	0.00	0.000000
500	2.223	1.50	0.014970
1000	4.446	2.00	0.019960
1500	6.669	2.70	0.026946
2000	8.892	2.80	0.027944
2500	11.116	3.10	0.030938
3000	13.339	3.20	0.031936
3500	15.562	3.52	0.035130
4000	17.785	3.65	0.036427
4500	20.008	3.90	0.038922
5000	22.231	4.10	0.040918
5500	24.454	4.30	0.042914
6000	26.677	4.45	0.044411
6500	28.900	4.55	0.045409
7000	31.124	4.80	0.047904
7500	33.347	5.00	0.049900
8000	35.570	5.10	0.050898
8500	37.793	5.44	0.054291
9000	40.016	5.90	0.058882
9500	42.239	6.15	0.061377
10000	44.462	6.30	0.062874
10325	45.907	6.88	0.068663

Figura N° 89 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 1.00%-5



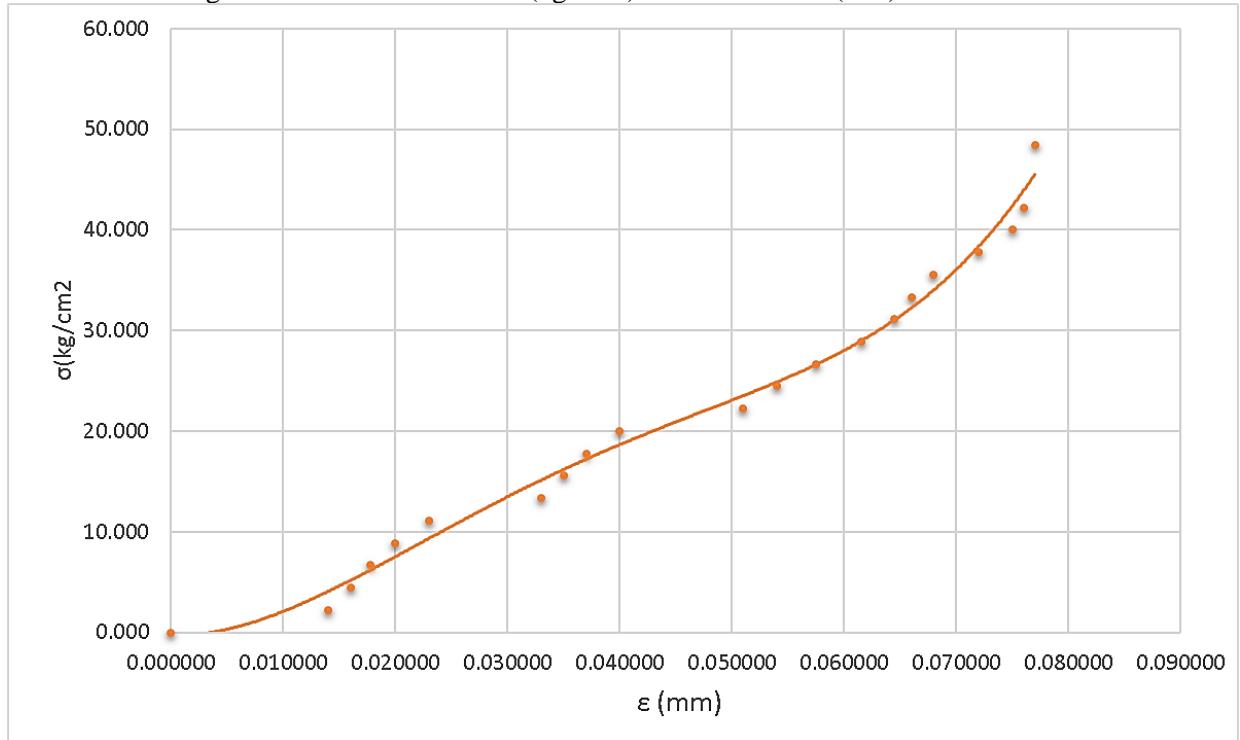
Adobe, incorporación 1.00%-6

Tabla N° 68

Resistencia a la compresión de adobe compactado 1.00%-6

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm²)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria(mm)
0	0.000	0.00	0.000000
500	2.223	1.40	0.014000
1000	4.446	1.60	0.016000
1500	6.669	1.78	0.017800
2000	8.892	2.00	0.020000
2500	11.116	2.30	0.023000
3000	13.339	3.30	0.033000
3500	15.562	3.50	0.035000
4000	17.785	3.70	0.037000
4500	20.008	4.00	0.040000
5000	22.231	5.10	0.051000
5500	24.454	5.40	0.054000
6000	26.677	5.75	0.057500
6500	28.900	6.15	0.061500
7000	31.124	6.45	0.064500
7500	33.347	6.60	0.066000
8000	35.570	6.80	0.068000
8500	37.793	7.20	0.072000
9000	40.016	7.50	0.075000
9500	42.239	7.60	0.076000
10894	48.437	7.70	0.077000

Figura N° 90 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 1.00%-6



ROTURA A FLEXIÓN DE UNIDADES DE ADOBE COMPACTADO CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE YUTE AL 1.0% DEL PESO DEL ADOBE PATRÓN.

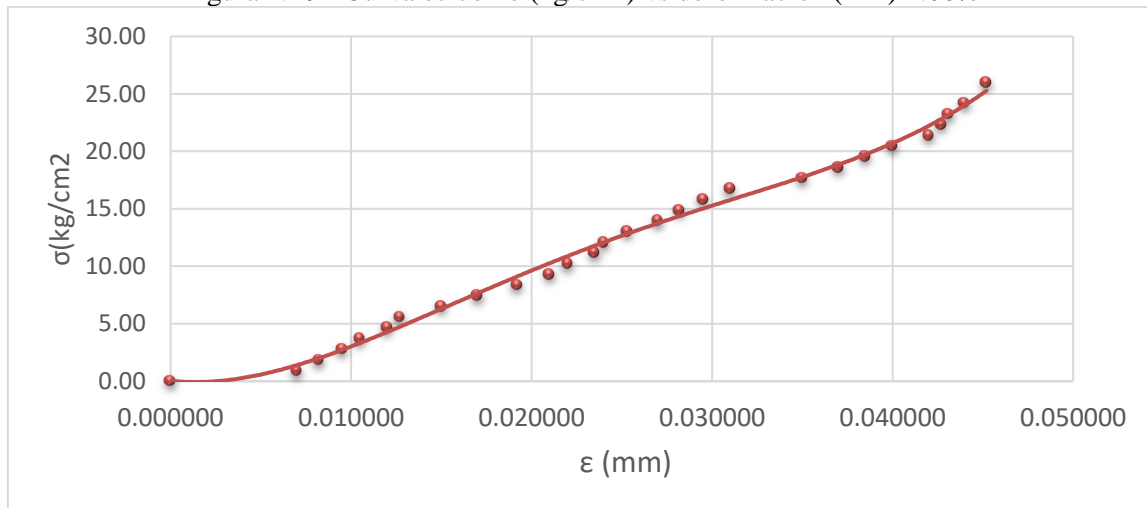
Tabla N° 69

Resistencia a flexión del adobe compactado 1.00%-1

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (mm)
0	0.00	0.00	0.000000
100	0.93	0.70	0.007000
200	1.86	0.82	0.008200
300	2.79	0.95	0.009500
400	3.72	1.05	0.010500
500	4.66	1.20	0.012000
600	5.59	1.27	0.012700
700	6.52	1.50	0.015000
800	7.45	1.70	0.017000
900	8.38	1.92	0.019200
1000	9.31	2.10	0.021000
1100	10.24	2.20	0.022000
1200	11.17	2.35	0.023500
1300	12.10	2.40	0.024000
1400	13.03	2.53	0.025300
1500	13.97	2.70	0.027000
1600	14.90	2.82	0.028200
1700	15.83	2.95	0.029500
1800	16.76	3.10	0.031000
1900	17.69	3.50	0.035000
2000	18.62	3.70	0.037000

2100	19.55	3.85	0.038500
2200	20.48	4.00	0.040000
2300	21.41	4.20	0.042000
2400	22.34	4.27	0.042700
2500	23.28	4.31	0.043100
2600	24.21	4.40	0.044000
2788	25.96	4.52	0.045200

Figura N° 91 Curva esfuerzo (kg/cm²) vs deformación (mm) 1.00%-1



Adobe, incorporación 1.00%-2

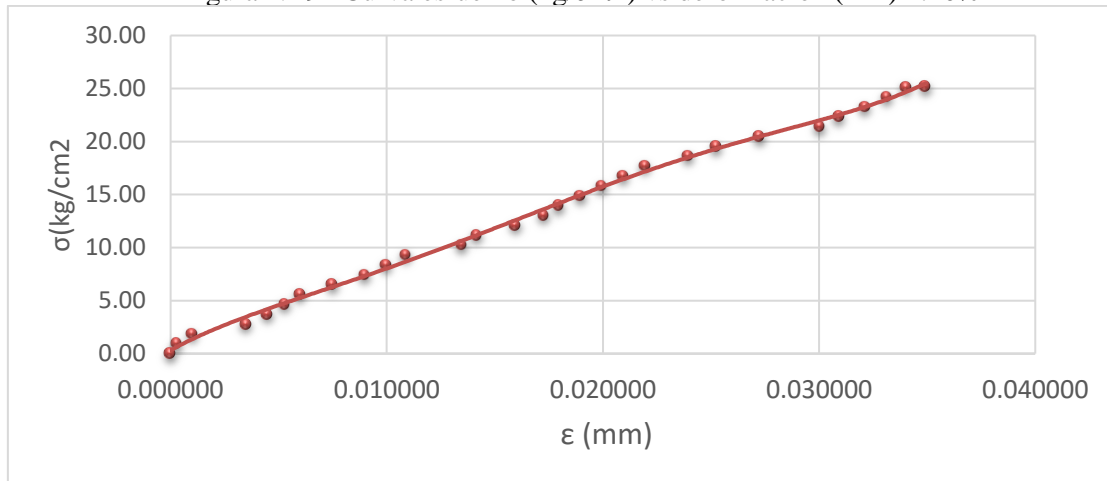
Tabla N° 70

Resistencia a flexión del adobe compactado 1.00%-2

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (mm)
0	0.00	0.00	0.000000
100	0.93	0.03	0.000299
200	1.86	0.10	0.000998
300	2.79	0.35	0.003493
400	3.72	0.45	0.004491
500	4.66	0.53	0.005289
600	5.59	0.60	0.005988
700	6.52	0.75	0.007485
800	7.45	0.90	0.008982
900	8.38	1.00	0.009980
1000	9.31	1.09	0.010878
1100	10.24	1.35	0.013473
1200	11.17	1.42	0.014172
1300	12.10	1.60	0.015968
1400	13.03	1.73	0.017265
1500	13.97	1.80	0.017964
1600	14.90	1.90	0.018962
1700	15.83	2.00	0.019960
1800	16.76	2.10	0.020958
1900	17.69	2.20	0.021956
2000	18.62	2.40	0.023952

2100	19.55	2.53	0.025250
2200	20.48	2.73	0.027246
2300	21.41	3.01	0.030040
2400	22.34	3.10	0.030938
2500	23.28	3.22	0.032136
2600	24.21	3.32	0.033134
2700	25.14	3.41	0.034032
2705	25.18	3.50	0.034930

Figura N° 92 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 1.10%-2



Adobe, incorporación 1.00%-3

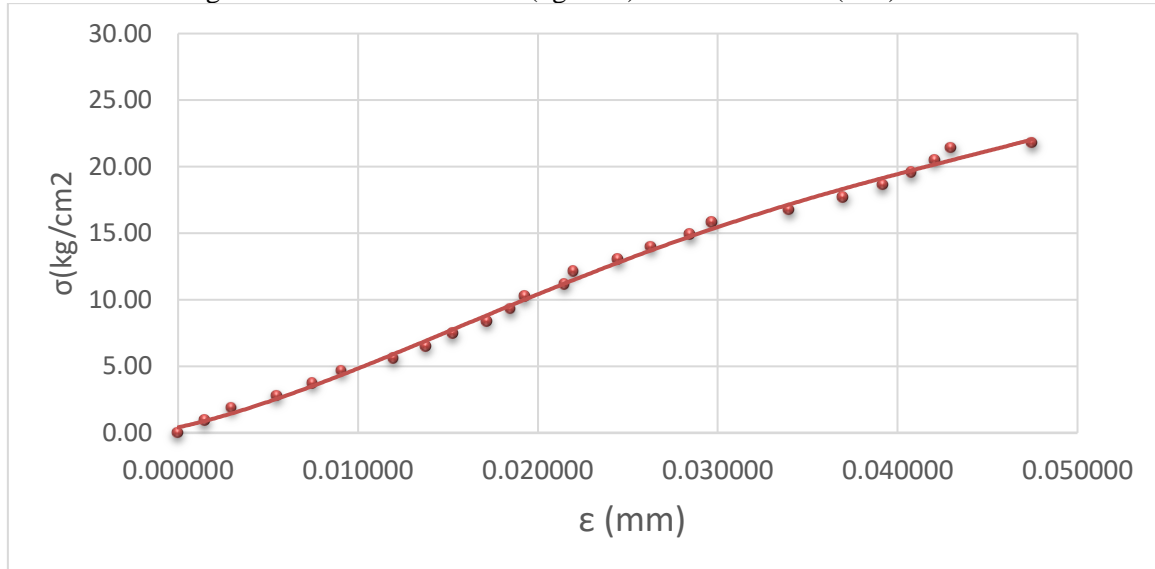
Tabla N° 71

Resistencia a la flexión del adobe compactado 1.00%-3

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (mm)
0	0.00	0	0.000000
100	0.93	0.15	0.001500
200	1.86	0.3	0.003000
300	2.79	0.55	0.005500
400	3.72	0.75	0.007500
500	4.66	0.91	0.009100
600	5.59	1.2	0.012000
700	6.52	1.38	0.013800
800	7.45	1.53	0.015300
900	8.38	1.72	0.017200
1000	9.31	1.85	0.018500
1100	10.24	1.93	0.019300
1200	11.17	2.15	0.021500
1300	12.10	2.20	0.022000
1400	13.03	2.45	0.024500
1500	13.97	2.63	0.026300
1600	14.90	2.85	0.028500
1700	15.83	2.97	0.029700
1800	16.76	3.40	0.034000
1900	17.69	3.70	0.037000
2000	18.62	3.92	0.039200

2100	19.55	4.08	0.040800
2200	20.48	4.21	0.042100
2300	21.41	4.30	0.043000
2340	21.79	4.75	0.047500

Figura N° 93 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 1.00%-3



Adobe incorporación 1.00%- 4

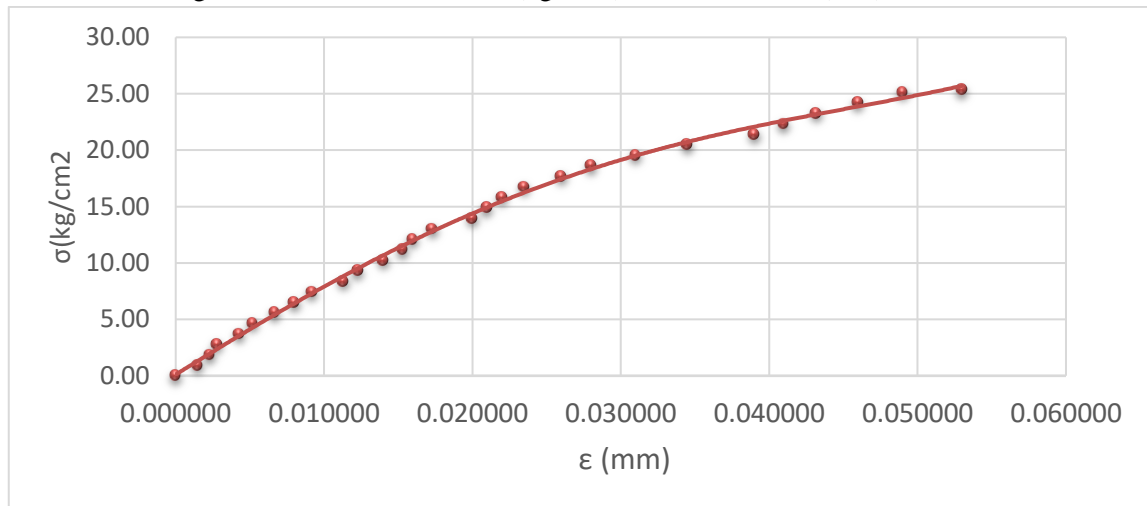
Tabla N° 72

Resistencia a la flexión de adobe compactado 1.00%-4

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria(mm)
0	0.00	0.00	0.000000
100	0.93	0.15	0.001500
200	1.86	0.23	0.002300
300	2.79	0.28	0.002800
400	3.72	0.43	0.004300
500	4.66	0.52	0.005200
600	5.59	0.67	0.006700
700	6.52	0.80	0.008000
800	7.45	0.92	0.009200
900	8.38	1.13	0.011300
1000	9.31	1.23	0.012300
1100	10.24	1.40	0.014000
1200	11.17	1.53	0.015300
1300	12.10	1.60	0.016000
1400	13.03	1.73	0.017300
1500	13.97	2.00	0.020000
1600	14.90	2.10	0.021000
1700	15.83	2.20	0.022000
1800	16.76	2.35	0.023500
1900	17.69	2.60	0.026000
2000	18.62	2.80	0.028000
2100	19.55	3.10	0.031000

2200	20.48	3.45	0.034500
2300	21.41	3.90	0.039000
2400	22.34	4.10	0.041000
2500	23.28	4.32	0.043200
2600	24.21	4.60	0.046000
2700	25.14	4.90	0.049000
2725	25.37	5.30	0.053000

Figura N° 94 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 1.00%-4



Adobe, incorporación 1.00%-5

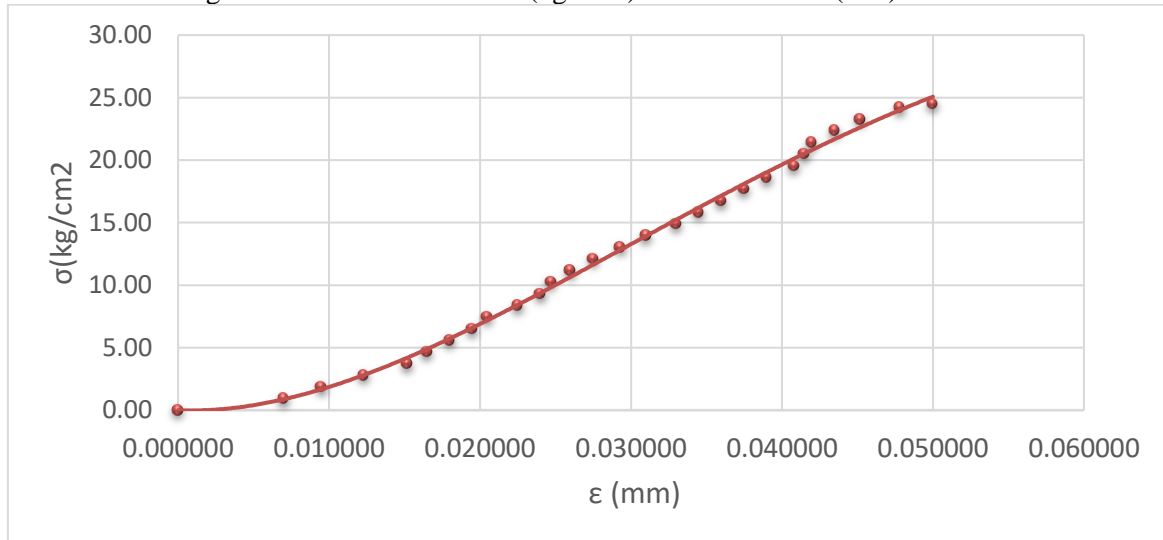
Tabla N° 73

Resistencia a la flexión de adobe compactado 1.00%-5.

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (mm)
0	0.00	0.00	0.000000
100	0.93	0.70	0.007000
200	1.86	0.95	0.009500
300	2.79	1.23	0.012300
400	3.72	1.52	0.015200
500	4.66	1.65	0.016500
600	5.59	1.80	0.018000
700	6.52	1.95	0.019500
800	7.45	2.05	0.020500
900	8.38	2.25	0.022500
1000	9.31	2.40	0.024000
1100	10.24	2.47	0.024700
1200	11.17	2.60	0.026000
1300	12.10	2.75	0.027500
1400	13.03	2.93	0.029300
1500	13.97	3.10	0.031000
1600	14.90	3.30	0.033000
1700	15.83	3.45	0.034500
1800	16.76	3.60	0.036000
1900	17.69	3.75	0.037500
2000	18.62	3.90	0.039000
2100	19.55	4.08	0.040800

2200	20.48	4.15	0.041500
2300	21.41	4.20	0.042000
2400	22.34	4.35	0.043500
2500	23.28	4.52	0.045200
2600	24.21	4.78	0.047800
2631	24.50	5.00	0.050000

Figura N° 95 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 1.00%-5



Adobe, incorporación 1.00% -6

Tabla N° 74

Resistencia a la flexión de adobe compactado 1.00%-6

Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm^2)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria (mm)
0	0.00	0.00	0.000000
100	0.93	0.25	0.002493
200	1.86	0.43	0.004287
300	2.79	0.53	0.005284
400	3.72	0.72	0.007178
500	4.66	0.85	0.008475
600	5.59	1.05	0.010469
700	6.52	1.15	0.011466
800	7.45	1.25	0.012463
900	8.38	1.45	0.014457
1000	9.31	1.55	0.015454
1100	10.24	1.75	0.017448
1200	11.17	1.93	0.019242
1300	12.10	2.10	0.020937
1400	13.03	2.25	0.022433
1500	13.97	2.30	0.022931
1600	14.90	2.47	0.024626
1700	15.83	2.55	0.025424
1800	16.76	2.60	0.025922
1900	17.69	3.10	0.030907

2000	18.62	3.30	0.032901
2100	19.55	3.50	0.034895
2200	20.48	3.62	0.036092
2300	21.41	3.84	0.038285
2400	22.34	3.95	0.039382
2500	23.28	4.10	0.040877
2600	24.21	4.32	0.043071
2631	24.50	4.50	0.044865

Figura N° 96 Curva esfuerzo (kg/cm^2) vs deformación (mm) 1.00%-6

