



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECANICAS DE UNIDADES DE  
ADOBE CON HOJAS DE PINO Y ASERRÍN EN EL DISTRITO DE  
SÓCOTA, CAJAMARCA, 2018”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
CIVIL**

**AUTOR:**

**BACHILLER. ODILO HURTADO SALDAÑA**

**ASESOR:**

**ING. MARCO ANTONIO CERNA VASQUEZ**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

**DISEÑO DE EDIFICACIONES ESPECIALES**

**CHICLAYO – PERÚ**

**2018**

## ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 12:00 p.m del día 21 de Diciembre del 2018, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Dirección de Investigación N° 3277-2018-UCV-CH , de fecha 21 de Diciembre, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis "**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ADOBE CON HOJAS DE PINO Y ASERRIN EN EL DISTRITO DE SOCOTA, CAJAMARCA - 2018**", presentada por el Bachiller **HURTADO SALDAÑA, ODILO** con la finalidad de obtener el Título de Ingeniero Civil, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes :

- Presidente: Mg. Carlos Javier Ramírez Muñoz
- Secretario: Mg. Marco Antonio Junior Cerna Vásquez
- Vocal: Mg. Efraín Ordinola Luna

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

APROBAR POR MAYORIA

Siendo las 12:45 p.m del mismo día, se dió por concluído el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 21 de Diciembre del 2018



Mg. Carlos Javier Ramírez Muñoz  
**Presidente**



Mg. Marco Antonio Junior Cerna Vásquez  
**Secretario**



Mg. Efraín Ordinola Luna  
**Vocal**

## **DEDICATORIA**

A Dios por proveerme de fortalezas para no caer y continuar en esta lucha constante hacia la superación, a mi esposa Carmen, a mis dos hijas Yarelis y Alessandra quienes fueron el centro de impulso para sobreponerme a las adversidades y lograr mi formación profesional en Ingeniería Civil, por ello con toda sencillez pronuncio. Este trabajo los dedico a ustedes.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi esposa e hijas por el apoyo inmemorable económico y moral, a pesar de los múltiples momentos difíciles que pasamos han podido coadyuvar al logro de esta meta tan anhelada, por el sacrificio compartido en este largo caminar y su aliento incesable, me han conducido al logro del objetivo final.

A mi hermana Zulema quien radica en la Coruña España, a pesar de la distancia no escatimó esfuerzos para brindarme su incondicional apoyo tanto económico y moral durante todo el transitar de la vida, convirtiéndose en la energía necesaria para sobreponerme ante los obstáculos y dificultades, convirtiéndolos en oportunidades que me permitieron cimentar las bases de mi formación profesional en Ingeniería Civil.

Odilo Hurtado Saldaña

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

YO, Odilo Hurtado Saldaña, Bachiller de la Facultad de Ingeniería en la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, sede Chiclayo, identificado con DNI N°40753138, con la tesis titulada **“Características Físicas y Mecánicas de Unidades de Adobe con Hojas de Pino y Aserrín en el Distrito de Súcota, Cajamarca, 2018”**, presentada para optar por sustentación el Título Profesional de INGENIERO CIVIL.

Declaro bajo juramento:

1. Que la tesis es de autoría.
2. Que he respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por lo cual la presente tesis no hay sido plagiada ni en su total ni parcialmente.
3. Que la tesis no ha sido plagiada, es decir que no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Que lo datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenta en la tesis se constituirán aportes a la realidad investigada.

De presentarse falta alguna o fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otro), asumo las consecuencias y sanciones que mi acción se derive sometiéndome a la normatividad vigente de la universidad cesar vallejo.

Chiclayo, 21 de julio de 2018



---

ODILO HURTADO SALDAÑA  
DNI: 40753138

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del jurado:

Me es grato presentarlos la tesis titulada “Características Físicas y Mecánicas de Unidades de Adobe con Hojas de Pino y Aserrín en el Distrito de Súcota, Cajamarca, 2018”, el objetivo es mejorar en un 10% las características físico – mecánicas de las unidades de adobe con adición de hojas de pino y aserrín. Siendo hasta la actualidad el material más usado en las edificaciones en esta parte del país, ya que en el mundo la tercera parte de la población habita en edificaciones de tierra, esta investigación permitirá mejorar sus propiedades del adobe, por ser un material de inmediata disponibilidad y al alcance de la humanidad en cualquier parte del suelo; por tanto a través de ensayos de laboratorio se evalúa al suelo como material para la elaboración de adobe, así mismo la evaluación a las unidades de adobe con adición de determinados porcentajes de fibra vegetal. Por lo que considero un aporte para las edificaciones de tierra en el distrito de Súcota. Este trabajo se realiza en estricto cumplimiento de la reglamentación de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo para la obtención del título de Ingeniero Civil.

Esto es el resultado de proceso de investigación que consta de cinco partes: introducción, metodología, resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones, además se adjuntan los anexos: como evidencia de actividades desarrolladas en la investigación.

El Autor.

## **GENERALIDADES**

### **Título**

**“CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ADOBE CON HOJAS DE PINO Y ASERRÍN EN EL DISTRITO DE SÓCOTA, CAJAMARCA, 2018”**

### **Autor**

Bachiller Odilo Hurtado Saldaña

### **Asesor**

Mg. Marco Antonio Junior Cerna Vásquez

### **Tipo de investigación**

- Tipo de Investigación: Experimental Cuantitativa

### **Línea de investigación**

Diseño de Edificaciones Especiales

### **Localidad:**

Chiclayo, Perú

### **Ubicación de la empresa:**

Distrito de Súcota, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca

### **Duración de la investigación:**

Fecha de inicio : 01 de marzo del 2018

Fecha de culminación : 30 de julio del 2018

## INDICE

ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
PRESENTACIÓN.....	VI
GENERALIDADES.....	VII
INDICE.....	VIII
INDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XV
ÍNDICE DE IMAGENES.....	XVII
RESUMEN.....	XVIII
ABSTRACT.....	XIX
1. INTRODUCCIÓN.....	20
1.1. Realidad problemática.....	20
1.2. Trabajos previos.....	22
1.2.1. Internacional.....	22
1.2.2. Nacional.....	22
1.2.3. Regional.....	23
1.3. Teorías Relacionadas al Tema.....	24
1.3.1. Marco Normativo.....	24
1.3.2. Unidades de adobe.....	25
1.4. Formulación del Problema.....	31
1.5. Justificación del estudio.....	31
1.5.1. Justificación Metodológica.....	31
1.5.2. Justificación Técnica.....	32



1.5.3.	Justificación Social .....	32
1.5.4.	Justificación Económica .....	32
1.5.5.	Justificación Ambiental .....	32
1.6.	Hipótesis .....	33
1.7.	Objetivos .....	33
1.7.1.	General.....	33
1.7.2.	Específicos.....	33
2.	MÉTODO.....	34
2.1.	Diseño de investigación .....	34
2.1.1.	Experimental.....	34
2.2.	Variables, operacionalización .....	34
2.3.	Población y muestra.....	36
2.3.1.	Población .....	36
2.3.2.	Muestra .....	36
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	37
2.4.1.	Técnicas e instrumentos.....	37
2.4.2.	Validez y confiabilidad.....	37
2.5.	Método de análisis de datos .....	37
2.6.	Aspectos éticos .....	37
3.	RESULTADOS .....	38
3.1.	Diagnóstico situacional del área en estudio .....	38
3.1.1.	Nombre del proyecto de investigación .....	38
3.1.2.	Localización.....	38
3.2.	ENSAYOS AL MATERIAL DE CANTERA .....	38
3.2.1.	ENSAYO GRANULOMÉTRICO .....	38
3.2.2.	CONTENIDO DE HUMEDAD .....	38
3.2.3.	Ensayo de límites de Atterberg.....	39
3.3.	Clasificación del suelo .....	39
3.4.	Dosificación .....	39
3.5.	Ensayos a unidades de adobe .....	40
3.5.1.	Ensayo Resistencia a Compresión.....	40
3.5.2.	ENSAYO RESISTENCIA A FLEXIÓN .....	42
3.5.3.	ENSAYO SUCCIÓN DE AGUA .....	45

4. DISCUSION.....	46
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	48
5.1. CONCLUSIONES .....	48
5.2. RECOMENDACIONES.....	50
REFERENCIAS .....	51
ANEXOS.....	54
ANEXO N°1. FOTOGRAFIAS .....	54
Preparación de la gavera y el tendal.....	66
Preparación del barro. ....	67
Elaboración del adobe .....	67
ANEXO N°2: ENSAYO DE SUELOS .....	68
ENSAYO GRANULOMÉTRICO .....	68
CONTENIDO DE HUMEDAD.....	69
LÍMITES DE ATTERBERG .....	70
ANEXO N°3: DATOS DE LABORATORIO.....	71
Resistencia a Compresión .....	71
Resistencia a Flexión.....	97
Ensayo a Succión .....	122
ACTA DE APROVACION DE ORIGINALIDAD DE TESIS.....	125
FORMULARIO DE AUTORIZACION PARA LA PUBLICACION ELECTRONICA DE LAS TESIS .....	126
REPORTE TURNITING .....	127

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Material de construcción predominante en las paredes a nivel nacional	20
Tabla 2. Material de construcción predominante en las paredes de viviendas distrito de Sókota.....	21
Tabla 3. Variables .....	34
Tabla 4. Operacionalización de Variables .....	35
Tabla 5. Muestra para ensayo a compresión .....	36
Tabla 6. Muestra para ensayo a flexión .....	36
Tabla 7. Muestra ensayo a succión de agua.....	36
Tabla 8. % que pasa por la malla N°200 .....	38
Tabla 9. contenido de humedad .....	38
Tabla 10. límites de Atterberg .....	39
Tabla 11. Cantidades de fibra vegetal por adobe.....	39
Tabla 12. Cantidades de agua por adobe .....	39
Tabla 13. Resistencia a compresión del adobe con 0% de adición de fibra vegetal .....	40
Tabla 14. Resistencia a compresión adobe con 2% de adición de hojas de pino.	40
Tabla 15. Resistencia a compresión de adobe con 3.0% adición de hojas de pino. ....	40
Tabla 16. Resistencia a compresión de adobe con 3% adición de aserrín. ....	41
Tabla 17. Resistencia a compresión de unidades de adobe con 5% adición de aserrín. ....	41
Tabla 18. Resumen General – Resistencia a Compresión de unidades de Adobe. ....	41
Tabla 19. Resistencia a flexión de adobe con 0% de adición de fibra vegetal. ....	42
Tabla 20. Resistencia a flexión de adobe 2% de adición de hojas de pino. ....	43
Tabla 21. Resistencia a flexión de adobe 3.0% adición de hojas de pino .....	43
Tabla 22. Resistencia a flexión de adobe 3% adición de aserrín .....	43
Tabla 23. Resistencia a flexión de adobe 5% adición de aserrín. ....	44
Tabla 24. Resumen General – Resistencia a Flexión de unidades de Adobe.....	44
Tabla 25. Resumen de succión de agua de unidades de adobe.....	45
Tabla 26. Análisis Granulométrico.....	68
Tabla 27. Contenido de Humedad Promedio .....	69
Tabla 28. Limite Líquido .....	70
Tabla 29. Limite Plástico .....	70
Tabla 30. cuadro Resumen. Límites de Atterberg .....	71
Tabla 31. Clasificación del suelo .....	71
Tabla 32. Muestra SM1 0% de adición de fibra vegetal .....	71
Tabla 33. Resistencia a compresión SM1 0% de adición de fibra vegetal (adobe patrón).....	71
Tabla 34. Resistencia a compresión SM1 0% de adición de fibra vegetal (adobe patrón).....	72
Tabla 35. Resistencia a compresión SM2 0% de adición de fibra vegetal (adobe patrón).....	72
Tabla 36. Muestra SM3 0% de adición de fibra vegetal .....	73

Tabla 37. Resistencia a compresión SM3 0% de adición de fibra vegetal (adobe patrón).....	73
Tabla 38. Muestra SM4 0% de adición de fibra vegetal .....	74
Tabla 39. Resistencia a compresión SM4 0% de adición de fibra vegetal (adobe patrón).....	74
Tabla 40. Muestra SM5 0% de adición de fibra vegetal .....	75
Tabla 41. Resistencia a compresión SM5 0% de adición de fibra vegetal (adobe patrón).....	75
Tabla 42. Muestra (P1) 2% adición de hojas de pino .....	76
Tabla 43. Resistencia a compresión (P1) 2% adición hojas de pino .....	76
Tabla 44. Muestra (P2) 2% adición de hojas de pino .....	77
Tabla 45. Resistencia a compresión (P2) 2% adición hojas de pino .....	77
Tabla 46. Muestra (P3) 2% adición de hojas de pino .....	78
Tabla 47. Resistencia a compresión (P3) 2% adición hojas de pino .....	78
Tabla 48. Muestra (P4) 2% adición de hojas de pino .....	79
Tabla 49. Resistencia a compresión (P4) 2% adición hojas de pino .....	79
Tabla 50. Muestra (P5) 2% adición de hojas de pino .....	80
Tabla 51. Resistencia a compresión (P5) 2% adición hojas de pino .....	80
Tabla 52. Muestra (P1) 3% adición de hojas de pino .....	81
Tabla 53. Resistencia a compresión (P1) 3% adición hojas de pino .....	81
Tabla 54. Muestra (P2) 3% adición de hojas de pino .....	82
Tabla 55. Resistencia a compresión (P2) 3% adición hojas de pino .....	82
Tabla 56. Muestra (P3) 3% adición de hojas de pino .....	83
Tabla 57. Resistencia a compresión (P3) 3% adición hojas de pino .....	83
Tabla 58. Muestra (P4) 3% adición de hojas de pino .....	85
Tabla 59. Resistencia a compresión (P4) 3% adición hojas de pino .....	85
Tabla 60. Muestra (P5) 3% adición de hojas de pino .....	86
Tabla 61. Resistencia a compresión (P5) 3% adición hojas de pino .....	86
Tabla 62. Muestra (A1) 3% adición de aserrín .....	87
Tabla 63. Resistencia a compresión (A1) 3% adición de aserrín .....	87
Tabla 64. Muestra (A2) 3% adición de aserrín .....	88
Tabla 65. Resistencia a compresión (A2) 3% adición de aserrín .....	88
Tabla 66. Muestra (A3) 3% adición de aserrín .....	89
Tabla 67. Resistencia a compresión (A3) 3% adición de aserrín .....	89
Tabla 68. Muestra (A4) 3% adición de aserrín .....	90
Tabla 69. Resistencia a compresión (A4) 3% adición de aserrín .....	90
Tabla 70. Muestra (A5) 3% adición de aserrín .....	91
Tabla 71. Resistencia a compresión (A5) 3% adición de aserrín .....	91
Tabla 72. Muestra (A1) 5% adición de aserrín .....	92
Tabla 73. Resistencia a compresión (A1) 5% adición de aserrín .....	92
Tabla 74. Muestra (A2) 5% adición de aserrín .....	93
Tabla 75. Resistencia a compresión (A2) 5% adición de aserrín .....	93
Tabla 76. Muestra (A3) 5% adición de aserrín .....	94
Tabla 77. Resistencia a compresión (A3) 5% adición de aserrín .....	94
Tabla 78. Muestra (A4) 5% adición de aserrín .....	95
Tabla 79. Resistencia a compresión (A4) 5% adición de aserrín .....	95

Tabla 80. Muestra (A5) 5% adición de aserrín .....	96
Tabla 81. Resistencia a compresión (A5) 5% adición de aserrín .....	96
Tabla 82. Muestra SM1 0% de adición de fibra vegetal .....	97
Tabla 83. Resistencia a flexión SM1 0% de adición de fibra vegetal (adobe patrón) .....	97
Tabla 84. Muestra SM2 0% de adición de fibra vegetal .....	98
Tabla 85. Resistencia a flexión SM2 0% de adición de fibra vegetal (adobe patrón) .....	98
Tabla 86. Muestra SM3 0% de adición de fibra vegetal .....	99
Tabla 87. Resistencia a flexión SM3 0% de adición de fibra vegetal (adobe patrón) .....	99
Tabla 88. Muestra MS4 0% de adición de fibra vegetal .....	100
Tabla 89. Resistencia a flexión SM4 0% de adición de fibra vegetal (adobe patrón) .....	100
Tabla 90. Muestra SM5 0% de adición de fibra vegetal .....	101
Tabla 91. Resistencia a flexión SM5 0% de adición de fibra vegetal (adobe patrón) .....	101
Tabla 92. Muestra (P1) 2% de adición hojas de pino .....	102
Tabla 93. Resistencia a flexión (P1) 2% adición hojas de pino .....	102
Tabla 94. Muestra (P2) 2% de adición hojas de pino .....	103
Tabla 95. Resistencia a flexión (P2) 2% adición hojas de pino .....	103
Tabla 96. Muestra (P3) 2% de adición hojas de pino .....	104
Tabla 97. Resistencia a flexión (P3) 2% adición hojas de pino .....	104
Tabla 98. Muestra (P4) 2% de adición hojas de pino .....	105
Tabla 99. Resistencia a flexión (P4) 2% adición hojas de pino .....	105
Tabla 100. Muestra (P5) 2% de adición hojas de pino .....	106
Tabla 101. Resistencia a flexión (P5) 2% adición hojas de pino .....	106
Tabla 102. Muestra (P1) 3% de adición hojas de pino .....	107
Tabla 103. Resistencia a flexión (P1) 3% adición hojas de pino .....	107
Tabla 104. Muestra (p2) 3% de adición hojas de pino .....	108
Tabla 105. Resistencia a flexión (P2) 3% adición hojas de pino .....	108
Tabla 106. Muestra (P3) 3% de adición hojas de pino .....	109
Tabla 107. Resistencia a flexión (P3) 3% adición hojas de pino .....	109
Tabla 108. Muestra (P4) 3% de adición hojas de pino .....	110
Tabla 109. Resistencia a flexión (P4) 3% adición hojas de pino .....	110
Tabla 110. Muestra (P5) 3% de adición hojas de pino .....	111
Tabla 111. Resistencia a flexión (P5) 3% adición hojas de pino .....	111
Tabla 112. Muestra (A1) 3% de adición aserrín .....	112
Tabla 113. Resistencia a flexión (A1) 3% adición aserrín .....	112
Tabla 114. Muestra (A2) 3% de adición aserrín .....	113
Tabla 115. Resistencia a flexión (A2) 3% adición aserrín .....	113
Tabla 116. Muestra (A3) 3% de adición aserrín .....	114
Tabla 117. Resistencia a flexión (A3) 3% adición aserrín .....	114
Tabla 118. Muestra (A4) 3% de adición aserrín .....	115
Tabla 119. Resistencia a flexión (A4) 3% adición aserrín .....	115
Tabla 120. Tabla 120. Muestra (A5) 3% de adición aserrín .....	116

Tabla 121. Resistencia a flexión (A5) 3% adición aserrín .....	116
Tabla 122. Muestra (A1) 5% de adición aserrín .....	117
Tabla 123. Resistencia a flexión (A1) 5% adición aserrín .....	117
Tabla 124. Muestra (A2) 5% de adición aserrín .....	118
Tabla 125. Resistencia a flexión (A2) 5% adición aserrín .....	118
Tabla 126. Muestra (A3) 5% de adición aserrín .....	119
Tabla 127. Resistencia a flexión (A3) 5% adición aserrín .....	119
Tabla 128. Muestra (A4) 5% de adición aserrín .....	120
Tabla 129. Resistencia a flexión (A4) 5% adición aserrín .....	120
Tabla 130. Muestra (A5) 5% de adición aserrín .....	121
Tabla 131. Resistencia a flexión (A5) 5% adición aserrín .....	121
Tabla 132. Succión de unidades de adobe con 0% de adición de fibra vegetal.	122
Tabla 133. Succión de unidades de adobe con 2% adición hojas de pino .....	123
Tabla 134. Succión de unidades de adobe con 3% adición hojas de pino .....	123
Tabla 135. Succión de unidades de adobe con 3% adición aserrín .....	123
Tabla 136. Succión de unidades de adobe con 5% adición aserrín .....	124

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Resumen Resistencia a Compresión de unidades de Adobe. ....	42
Gráfico 2. Resumen Resistencia a Flexión de unidades de Adobe. ....	44
Gráfico 3. Resumen succión de unidades de Adobe. ....	45
Gráfico 4. Curva Granulométrica. ....	69
Gráfico 5. Carta de Plasticidad. ....	70
Gráfico 6. Esfuerzo vs Deformación SM1 0% de adición de fibra vegetal. ....	72
Gráfico 7. Esfuerzo vs deformación SM2 - 0% de adición de fibra vegetal. ....	73
Gráfico 8. Esfuerzo vs deformación SM3 - 0% de adición de fibra vegetal. ....	74
Gráfico 9. Esfuerzo vs deformación SM4 - 0% de adición de fibra vegetal. ....	75
Gráfico 10. Esfuerzo vs deformación SM5 - 0% de adición de fibra vegetal. ....	76
Gráfico 11. Esfuerzo vs deformación (P1) 2% adición hojas de pino. ....	77
Gráfico 12. Esfuerzo vs deformación (P2) 2% adición hojas de pino. ....	78
Gráfico 13. Esfuerzo vs deformación (P3) 2% adición hojas de pino. ....	79
Gráfico 14. Esfuerzo vs deformación (P4) 2% adición hojas de pino. ....	80
Gráfico 15. Esfuerzo vs deformación (P5) 2% adición hojas de pino. ....	81
Gráfico 16. Esfuerzo vs deformación (P1) 3% adición hojas de pino. ....	82
Gráfico 17. Esfuerzo vs deformación (P2) 3% adición hojas de pino. ....	83
Gráfico 18. Esfuerzo vs deformación (P2) 3% adición hojas de pino. ....	85
Gráfico 19. Esfuerzo vs deformación (P4) 3% adición hojas de pino. ....	86
Gráfico 20. Esfuerzo vs deformación (P5) 3% adición hojas de pino. ....	87
Gráfico 21. Esfuerzo vs deformación (A1) 3% adición de aserrín. ....	88
Gráfico 22. Esfuerzo vs deformación (A2) 3% adición de aserrín. ....	89
Gráfico 23. Gráfico Esfuerzo vs deformación (A3) 3% adición de aserrín. ....	90
Gráfico 24. Esfuerzo vs deformación (A4) 3% adición de aserrín. ....	91
Gráfico 25. Esfuerzo vs deformación (A5) 3% adición de aserrín. ....	92
Gráfico 26. Esfuerzo vs deformación (A1) 5% adición de aserrín. ....	93
Gráfico 27. Esfuerzo vs deformación (A2) 5% adición de aserrín. ....	94
Gráfico 28. Esfuerzo vs deformación (A3) 5% adición de aserrín. ....	95
Gráfico 29. Esfuerzo vs deformación (A4) 5% adición de aserrín. ....	96
Gráfico 30. Esfuerzo vs deformación (A5) 5% adición de aserrín. ....	97
Gráfico 31. Esfuerzo vs Deformación SM1 0% adición de fibra vegetal. ....	98
Gráfico 32. Esfuerzo vs Deformación SM2 0% adición de fibra vegetal. ....	99
Gráfico 33. Esfuerzo vs Deformación SM3 0% adición de fibra vegetal. ....	100
Gráfico 34. Esfuerzo vs Deformación SM4 0% adición de fibra vegetal. ....	101
Gráfico 35. Esfuerzo vs Deformación SM5 0% adición de fibra vegetal. ....	102
Gráfico 36. Esfuerzo vs Deformación (P1) 2% de adición hojas de pino. ....	103
Gráfico 37. Esfuerzo vs Deformación (P2) 2% de adición hojas de pino. ....	104
Gráfico 38. Esfuerzo vs Deformación (P3) 2% de adición hojas de pino. ....	105
Gráfico 39. Esfuerzo vs Deformación (P4) 2% de adición hojas de pino. ....	106
Gráfico 40. Esfuerzo vs Deformación (P5) 2% de adición hojas de pino. ....	107
Gráfico 41. Esfuerzo vs Deformación (P1) 3% de adición hojas de pino. ....	108
Gráfico 42. Esfuerzo vs Deformación (P2) 3% de adición hojas de pino. ....	108
Gráfico 43. Esfuerzo vs Deformación (P3) 3% de adición hojas de pino. ....	110
Gráfico 44. Esfuerzo vs Deformación (P4) 3% de adición hojas de pino. ....	111

Gráfico 45. Esfuerzo vs Deformación (P5) 3% de adición hojas de pino .....	112
Gráfico 46. Esfuerzo vs Deformación (A1) 3% de adición aserrín.....	113
Gráfico 47. Esfuerzo vs Deformación (A2) 3% de adición aserrín.....	114
Gráfico 48. Esfuerzo vs Deformación (A3) 3% de adición aserrín.....	115
Gráfico 49. Esfuerzo vs Deformación (A4) 3% de adición aserrín.....	116
Gráfico 50. Esfuerzo vs Deformación (A5) 3% de adición aserrín.....	117
Gráfico 51. Esfuerzo vs Deformación (A1) 5% de adición aserrín.....	118
Gráfico 52. Esfuerzo vs Deformación (A2) 5% de adición aserrín.....	119
Gráfico 53. Esfuerzo vs Deformación (A3) 5% de adición aserrín.....	120
Gráfico 54. Esfuerzo vs Deformación (A4) 5% de adición aserrín.....	121
Gráfico 55. Esfuerzo vs Deformación (A5) 5% de adición aserrín.....	122



## ÍNDICE DE IMAGENES

Imagen 1. Localización del Distrito Sócota.....	54
Imagen 2. Ubicación de la Cantera .....	54
Imagen 3. Cantera Vega, Sector los Amautas, distrito de Sócota - Cajamarca ...	55
Imagen 4. Acopio del adobe en tendal .....	55
Imagen 5. Acopio y secado al sol del adobe en tendal .....	56
Imagen 6. Preparación del barro .....	56
Imagen 7. Traslado de las unidades de adobe a laboratorio.....	57
Imagen 8. Traslado de unidades de adobe al laboratorio .....	57
Imagen 9. Denominación de las muestras .....	58
Imagen 10. Ensayo a compresión adobe 0% fibra vegetal .....	58
Imagen 11. Ensayo a compresión adobe con 2% adición hojas de pino.....	59
Imagen 12. Ensayo a compresión adobe con 3% adición hojas de pino.....	59
Imagen 13. Ensayo a compresión adobe con 3% adición aserrín.....	60
Imagen 14. Ensayo a compresión adobe con 5% adición aserrín.....	60
Imagen 15. En sayo a compresión de unidades de adobe.....	61
Imagen 16. Ensayo a Flexión, adobe 0% de adición de fibra vegetal .....	61
Imagen 17. Ensayo a flexión adobe 2% adición de hojas de pino.....	62
Imagen 18. Ensayo a flexión adobe 3% adición de hojas de pino.....	62
Imagen 19. Ensayo a flexión adobe 3% de adición de aserrín.....	63
Imagen 20. Ensayo a flexión adobe 5% de adición de aserrín.....	63
Imagen 21. Control distancia de falla ensayo a flexión .....	64
Imagen 22. Ensayo succión de agua del adobe 0% de fibra vegetal .....	64
Imagen 23. Succión de Agua adobe con 3% de adición aserrín .....	65
Imagen 24. Succión de Agua adobe con 3% de adición aserrín .....	65
Imagen 25. Succión de Agua adobe con 2% de adición hojas de pino .....	66
Imagen 26. Gaveras para la elaboración de adobe.....	66

## RESUMEN

El estudio es realizado en el Distrito de Sócota, con una altitud de 1816 m.s.m. el cual por su topografía empinada se ha convertido en un pase inevitable de hasta más de 6 distritos de 15 que cuenta la provincia de Cutervo, a una distancia de 25 km por vía afirmada (trocha carrozable) con un tiempo de viaje de 50 minutos desde la capital de la provincia.

El presente trabajo “Características Físicas y Mecánicas de Unidades de Adobe con Hojas de Pino y Aserrín en el Distrito de Sócota, Cajamarca 2018”, teniendo como finalidad mejorar sus propiedades mediante la adición de hojas de pino y aserrín en porcentajes de 2%, 3% y 3% 5% respectivamente, lo cual nos permitirá evaluar las ventajas o desventajas en las propiedades físico – mecánicas del adobe a través de ensayos en laboratorio, ya que como hipótesis de investigación es mejorar sus propiedades físicas y mecánicas en resistencia a la compresión y resistencia a flexión hasta un 10% en ambos casos de adición de fibra vegetal, asimismo la capacidad de succión de agua, los espécimen o muestras se elaboraron un total de 120 unidades de adobe con las variables de adición de fibra vegetal. los ensayos de laboratorio se realizan en estricto cumplimiento de la normatividad nacional e internacional vigente, los especímenes o muestras son sometidos a su máximo esfuerzo. Siendo la investigación de tipo experimental permitiéndonos evaluar las propiedades físicas y mecánicas del adobe y medir el logro de los objetivos que se ha estructurado la investigación.

Por tanto, se realizará la descripción de la problemática relacionada a la construcción de viviendas con tierra en los diferentes niveles de la sociedad humana, se definen términos y se mencionan las normas en relación al tema de investigación. Describiendo los procesos y resultados de laboratorio como: ensayo granulométrico, contenido de humedad, límites de Atterberg, clasificación de suelos, ensayo de resistencia a compresión, ensayo resistencia a la flexión, ensayo de succión de agua de unidades de adobe.

Finalmente se analizan los resultados, luego de las discusiones, se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación, adjuntándose los anexos.

**Palabras Clave:** Adición, fibra vegetal, especímenes, propiedades físicas y mecánicas.

## ABSTRACT

The study is carried out in the District of Súcota, with an altitude of 1816 m.m. which due to its steep topography has become an inevitable pass of up to more than 6 districts of 15 that counts the province of Cutervo, at a distance of 25 km by road (carrozable trail) with a travel time of 50 minutes from the capital of the province.

The present work "Physical and Mechanical Characteristics of Adobe Units with Pine Leaves and Sawdust in the District of Súcota, Cajamarca 2018", with the purpose of improving their properties by adding pine leaves and sawdust in percentages of 2%, 3 % and 3% 5% respectively, which will allow us to evaluate the advantages or disadvantages in the physical properties - mechanics of the adobe through laboratory tests, since as a research hypothesis it is to improve its physical and mechanical properties in resistance to compression and flexural strength up to 10% in both cases of addition of vegetable fiber, as well as the suction capacity of water, specimens or samples were made a total of 120 units of adobe with the addition of vegetable fiber variables. The laboratory tests are carried out in strict compliance with current national and international regulations, the specimens or samples are subjected to their maximum effort. Being the research of experimental type allowing us to evaluate the physical and mechanical properties of the adobe and measure the achievement of the objectives that the research has been structured.

Therefore, the description of the problems related to the construction of houses with land in the different levels of human society will be made, terms will be defined and the norms will be mentioned in relation to the research topic. Describing laboratory processes and results such as: granulometric test, moisture content, Atterberg limits, soil classification, compression resistance test, bending resistance test, water suction test of adobe units.

Finally, the results are analyzed, after the discussions, the conclusions and recommendations of the investigation are presented, attaching the annexes.

**Keywords:** Addition, vegetable fiber, specimens, physical and mechanical properties

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Según los estudios por (De la Peña, 1997) considera que de los materiales constructivos más antiguos empleados por el hombre en el planeta entre los principales esta la tierra cruda en sus versiones más populares como el adobe y el tapial o tapia. El adobe como arquitectura se presenta como la ideal para las construcciones ya que la humanidad se obsesiona por preservar su futuro lejano y llevaría a una importante economía de energía, las contaminaciones derivadas de la producción se mitigarían otro tanto sobre todo las que salen de las fábricas de cemento y tabique (De la Peña).

Según (Igarashi, 2009) el uso del adobe como material de construcción ha sido desde la antigüedad ampliamente difundido en todo el mundo. Sus formas arquitectónicas varían considerablemente en función de las características climatológicas de cada lugar, pero el material en esencia es el mismo: tierra y agua. Siendo la disponibilidad inmediata en el medio, lo que ha convertido al adobe como el elemento de mayor uso en la construcción (Igarashi).

De los datos (INEI, 2013) En el Perú existían 7 millones 828 mil 571 viviendas particulares. De este total, 3 millones 688 mil 452, representando el 47.1% predominando en sus paredes exteriores el adobe, tapia o chincha. En Cajamarca y La Libertad de 2 millones 774 mil 5 viviendas que tiene como material predominante en sus paredes adobe, tapia y quincha, Cajamarca cuenta con 303 mil 183 viviendas con este material, lo que representa el 10.9%. (INEI).

Tabla 1. Material de construcción predominante en las paredes a nivel nacional

Material predominante en las paredes exteriores/Área de residencia	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Ladrillo o bloque de cemento	48.2	49.4	50.1	51.4	50.6	51.5	52.2
Piedra o sillar con cal o cemento	0.8	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7
Adobe o tapia	35.7	34.9	34.8	34.2	34.4	34.1	33.6
Quincha (caña con barro)	2.0	1.8	1.8	1.7	1.8	1.8	1.8
Piedra con barro	1.2	1.1	0.9	0.9	1.0	1.0	0.9

Madera	5.8	6.3	6.6	6.1	6.9	7.0	7.6
Estera	0.9	1.1	0.9	0.6	0.7	0.4	0.4
Otro material	5.2	4.8	4.2	4.4	3.9	3.4	2.8

Fuente: INEI, 2013.

Según (Mejía, 2014) concluye mencionando que el adobe con adición de cemento (estabilizante) mejora hasta tres veces el valor de la resistencia a compresión, hasta dos veces el valor de la resistencia a flexión, y reduce hasta en un 85% la absorción de agua del bloque de tierra común.

Según (INEI 2007) se determina que en el distrito de Súcota, Región Cajamarca, el 7.56 % de las viviendas es de ladrillo o bloque de concreto, un 20.68 % de viviendas son de piedra y barro, el 62.58 % de viviendas del distrito de Súcota son construidas con adobe o tapia, quedando un 9.18 % para viviendas con otros tipos de materiales.

Tabla 2. Material de construcción predominante en las paredes de viviendas distrito de Súcota

DISTRITO SOCOTA	TOTAL	MATERIAL PREDOMINANTE EN PAREDES EXTERIORES DE LA VIVIENDA							
		LADRILLO O BLOQUE DE CONCRETO	ADOBE O TAPIA	MADERA: PONA O TORNILLO	QUINCHA (CAÑA CON BARRO)	ESTERA	PIEDRA CON BARRO	PIEDRA O SILLAR CON CAL O SEMENTO	OTROS MATERIALES
Viviendas particulares (001)	2408	182	1507	49	135	16	498	3	18
Ocupantes Presentes (002)	10717	696	6538	210	603	78	2483	7	102
<b>Casa independiente</b>									
Viviendas particulares (004)	2385	180	1502	49	126	15	493	2	18
Ocupantes Presentes (005)	10623	691	6516	210	565	75	2458	6	102
<b>Departamento edificio</b>									
Viviendas particulares (007)	2	1	1						
Ocupantes Presentes (008)	13	4	9						
Vivienda en quinta									
Viviendas particulares (010)	2		2						
Ocupantes Presentes (011)	7		7						
<b>Vivienda en casa de vecindad</b>									
<b>Choza cabaña</b>									
Viviendas particulares (016)	17		2		9	1	5		
Ocupantes presentes (017)	72		6		38	3	25		
<b>Vivienda improvisada</b>									
<b>Local no dest.para hab. humana</b>									

Viviendas particulares (022)	2	1						1	
Ocupantes presentes (023)	2	1						1	
<b>TOTAL VIVIENDAS POR TIPO MATERIAL</b>	<b>4816</b>	<b>364</b>	<b>3014</b>	<b>98</b>	<b>270</b>	<b>32</b>	<b>996</b>	<b>6</b>	<b>36</b>
<b>TOTAL OCUPANTES</b>	<b>21434</b>	<b>1392</b>	<b>13076</b>	<b>420</b>	<b>1206</b>	<b>156</b>	<b>4966</b>	<b>14</b>	<b>204</b>

Fuente: INEI Censos Nacionales 2007 Población y Vivienda

## 1.2. Trabajos previos

### 1.2.1. Internacional

Según (Carcedo, 2012) la tierra sigue siendo el principal componente de construcción en las poblaciones con recursos económicos precarios, ya que es un material de fácil acceso, ilimitado y de eficiencia altamente contrastada. Este tipo de arquitectura es fundamental para las sociedades que levantan sus viviendas mediante la autoconstrucción. Por ello aparte de ser un factor económico fundamental para ellos, se convierte en un importante factor social y clave a la hora de hablar de su papel en la vida de estas poblaciones. “El aumento de fibra reduce la contracción y aumenta la resistencia a flexión, pero disminuye linealmente la resistencia a la compresión, ya que necesita más agua y pierde densidad. Por otra parte, el aumento de agua y de arcilla provoca contracciones mayores. (Carcedo).

(Brummer, 2013) en su artículo de investigación menciona las ventajas medioambientales del bloque de tierra aligerado con vegetales; hay una necesidad global de reducir las emisiones de dióxido de carbono. Desde la revolución industrial la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera se ha incrementado en un 30% y la mayor parte proviene de procesos industriales; debido a la captación de dióxido de carbono durante su crecimiento, vegetales, aplicados en la construcción contribuyen a reducir o incluso evitar gases invernaderos durante la vida útil del edificio, (Brummer)

### 1.2.2. Nacional

(Igarashi, 2009), en su investigación resalta que en el Perú es común ver pequeñas edificaciones de adobe o tapial, principalmente en las zonas rurales remotas, donde la topografía dificulta el intercambio comercial, por consiguiente, los pobladores deben subsistir empleando los recursos locales disponibles. También menciona que es posible ver estructuras de adobe en zonas geográficamente cercanas a polos de

desarrollo, ya que el bajo costo del material y la facilidad que tiene para la autoconstrucción hacen que sea empleado generalmente por personas de recursos limitados, (Igarashi).

Según la investigación realizada por (Cabrera & Huaynate, 2010); teniendo como objetivo principal contribuir al diseño de viviendas de adobe con la capacidad de resistir el impacto erosivo de inundaciones que tiene una alta ocurrencia estacional en nuestro país, elaborando entre sus tres soluciones el mejoramiento de la estructura interna del material vulnerable, utilizando adiciones de cemento para fabricar unidades de adobe estabilizado. Finalmente, sus ensayos realizados demostraron que en la prueba de absorción de agua los adobes convencionales se desintegran concluyendo que esta prueba no es aplicable para estos, pero en los adobes estabilizados transcurridos cinco minutos de inmersión, se observó un ligero desmoronamiento de una porción de las esquinas y transcurridas las 25 horas de inmersión concluyó que la prueba de absorción es válida para adobes estabilizados con 5% de cemento ya que no se observó deterioro progresivo, (Cabrera & Huaynate)

### **1.2.3. Regional**

Para (Mejía 2014), la adición de cemento en su mayor proporción (14%) y compactación con la máquina CINVA, mejoró hasta tres veces el valor de la resistencia a la compresión con 52.36 kg/cm<sup>2</sup>, hasta dos veces el valor de la resistencia a la flexión con 12.57 kg/cm<sup>2</sup> y redujo hasta en un 85% la absorción de agua del bloque de tierra común con un valor de 14.07% de absorción, (Mejía).

Para (Sánchez, 2014, p. 66) en la Tesis de Pregrado Estimación de riesgo sísmico en viviendas de adobe del sector Sargento Lore, Jaén – Cajamarca, indica que el 66.67% de viviendas presentan un nivel de peligro bajo y el 33.33% de viviendas presentan un nivel de peligro medio, también obtuvo que el 100% de las viviendas tienen un nivel de vulnerabilidad muy alta.

Para el (INEI 2007), según los Censos Nacionales 2007 de población y vivienda determinó que el material predominante en pared o muros exteriores de las viviendas del distrito de Sókota se encuentra el adobe o tapia con el 62.58 %, de un total de 4816 viviendas, 3014 son de este material.

### **1.3. Teorías Relacionadas al Tema**

#### **1.3.1. Marco Normativo.**

##### **Manual de CRYRZA.**

Según (López y Benilla 2012, p. 89) fue la primera norma o manual que se preparó para la construcción de viviendas de adobe, con especificaciones precisas para que las futuras viviendas tengan buen comportamiento, ante los fenómenos naturales, fue la que preparó la Comisión de Reconstrucción y Rehabilitación de la zona afectada CRYRZA. Este manual establece, que las fallas de las edificaciones se deben principalmente a la mala calidad del suelo para la preparación de los adobes, dimensiones de los bloques de adobe, las trabas y encuentros de muros en formas inadecuadas, vanos de puertas y ventanas muy anchos y dinteles con poco empotramiento, techos pesados en más de un piso y construidas en suelos compresibles y en lugares de alta sismicidad.

El manual también precisaba, el proceso de fabricación de adobes y la construcción de la vivienda, estableciendo recomendaciones básicas como la de limitar la edificación a un piso, usar concreto ciclópeo en la cimentación. Juntas horizontales y verticales de dos centímetros, longitudes y alturas de muros limitados, longitud máxima 10 veces su espesor y altura de muro máximo 8 veces su espesor, usar vigas collar en la parte superior de los muros, techos livianos con pendiente moderada, (López y Benilla).

##### **Norma Técnica Peruana E.080**

En 1985, se aprobó la nueva Norma E-080 para la construcción con adobe en el país, que recogió los puntos precisados en el Primer Proyecto de Normas para la construcción con Adobe.

La Norma Técnica E-080 Adobe, del Reglamento nacional de Edificaciones con la incorporación del Anexo N°01, que consiste en la colocación de mallas de polipropileno o geomallas para reforzar los muros. Esta malla comienza en la cimentación de la vivienda, que cubrirá ambas caras de los muros y empalmará con un traslape en la viga collar superior. La geomalla será empotrada en los sobrecimientos y cubrirá al muro en ambas caras. Fijadas a



través de los pasadores de rafia o similar, que han sido incorporados al momento de levantar los muros. Las mallas envuelven la totalidad de los muros portantes y no portantes abarcando los bordes de los vanos: Puertas y ventanas.

Una vez colocado o amarrado la malla a los muros, procede el tarrajeo con mortero tierra-arena, cubriendo totalmente la malla de polipropileno o geomalla, con 2.5cm de espesor como máximo.

Por tanto, esta norma se ha venido implementándose con el transcurrir del tiempo y de acuerdo a las solicitaciones sísmicas producidas en nuestro país.

### **Suelos y Cimentaciones.**

La (NTP E-050) Establece los requisitos mínimos para la ejecución de Estudios de Mecánica de Suelos EMS, con fines de cimentación de edificaciones y otras obras indicadas en esta norma. Los EMS se ejecutarán de asegurar la estabilidad y permanencia de las obras y para promover la utilización racional de los recursos.

### **Sismo Resistente.**

La NTP E-030 señala que toda edificación y cada una de sus partes serán diseñadas y construidas para resistir las solicitaciones sísmicas prescritas en esta Norma. Siguiendo las especificaciones de las normas pertinentes a los materiales empleados

#### **1.3.2. Unidades de adobe**

Según (López y Bernilla 2012, p.104) consideran como una masa de barro, frecuentemente mesclado con paja, moldeada de forma prismática, sin cocer, secada al aire, empleada en la construcción de muros de fábrica, pared, y tabiques. La gradación del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes: arcilla 10 a 20%, limo de 15 a 25% y arena 55 a 70%, no debiéndose utilizar suelos orgánicos. Estos rangos pueden variar cuando se fabriquen adobes estabilizados.

El adobe debe ser macizo y solo se permite que tenga perforaciones perpendiculares a su cara de asiento, cara mayor, que no representen más del 12% del área bruta de esta cara.

El adobe deberá estar libre de materias extrañas, grietas, rajadoras, u otros defectos que puedan degradar su resistencia o durabilidad (RNE E-080 - 2006)

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

#### **1.3.2.1. Características del adobe**

##### ✓ **Aislante térmico.**

El adobe es un buen aislante térmico, el interior de una casa construida con este material requiere de uso mucho menor de sistemas de climatización que en una convencional de materiales industriales. Las casas construidas con adobe resultan frescas en verano y cálidas en invierno logrando fácilmente un agradable bienestar térmico; el coeficiente de conductividad térmica del adobe es de 0.25 W/m°C siendo el del ladrillo de 0.85 W/m°C y del concreto 1.50 W/m°C.

##### ✓ **Aislante sonoro.**

El adobe resulta ser buen aislante acústico, las viviendas construidas con adobe quedan más aisladas de los ruidos exteriores, resultando más silenciosas que otras construidas con materiales industriales convencionales; por otro lado, la superficie irregular difumina el ruido producido del interior de las viviendas, lo que evita las reverberaciones y propicia un interior más silencioso y agradable.

##### ✓ **Ahorro energético en climatización.**

La capacidad térmica de los muros construidos con adobe 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 con adobe o tapial en lugares fríos y que contase con alguna térmica ecológica de climatización, como por ejemplo la energía

solar pasiva, podría llegar a prescindir totalmente de sistemas de calefacción que consuman combustibles.

✓ **Impacto ambiental.**

Para la fabricación y procesado de los adobes, se emplea mucho menor energía que la necesaria que para fabricar otros materiales convencionales; para la fabricación de ladrillos o de bloques de concreto, así como de los cementos, se recurre a la quema de combustibles fósiles; en cambio, el adobe y el tapial se puede fabricar a mano y dejar secar al sol, el adobe requiere una energía de 2000 BTU para fabricarse, siendo la mayoría de ellas de origen renovable, limpio y natural; mientras que el ladrillo necesita 15 veces más energía (30 000 BTU), siendo necesario en su fabricación la quema de combustibles que emiten CO<sub>2</sub>.

✓ **Reintegración a la naturaleza.**

El adobe, por estar constituido por materias locales y estar presente de manera natural en el medio, tiene una reintegración total a la naturaleza una vez que el edificio ya ha pasado su vida útil; en cambio, el ladrillo, el 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.

✓ **Resistencia del material.**

Aunque la resistencia de estos materiales puede ser inferiores a otros industriales existentes como el ladrillo, a escala humana resulta suficiente; un edificio de adobe y tapial correctamente construido y mantenido puede llegar a superar fácilmente los 100 años de vida útil en buen estado, en teoría y con el mantenimiento adecuado, un edificio de adobe podría resistir de manera indefinida.

✓ **Resistencia al fuego.**

Debido a la naturaleza físico – química, la tierra cruda presenta una gran estabilidad y resistencia al fuego, resultando claramente superior a otros industriales como el acero y el ladrillo.

✓ **Autoconstrucción.**

Este material al encontrarse de forma natural en el suelo y al contar con un proceso de fabricación sencillo que no requiere equipo complejo, puede fabricarse de manera manual sin mucha complicación; este hecho, unido a lo relativamente sencillo de su proceso constructivo, lo hace accesible para la autoconstrucción; por cuanto, el adobe y el tapial, han sido materiales tradicionalmente usados por auto-constructores por miles de años en muchos lugares del mundo.

✓ **Limitación en altura.**

La construcción con adobe o tierra cruda, debido a la resistencia del material, limita a dos alturas el número de pisos a que se puede construir una edificación.

✓ **Vulnerabilidad ante el agua.**

El agua produce en el adobe y el tapial un efecto erosivo similar al ejercido sobre el suelo sin vegetación; no obstante, existen diversas técnicas que la cultura popular ha desarrollado en diferentes partes del mundo para solventar este problema. Para evitar el efecto negativo del agua de lluvia que se acumula en el suelo en momentos de precipitaciones intensas, las edificaciones construidas con tierra se sustentan sobre cimientos de piedra (o de cualquier otro material resistente al agua, hasta una altura en la que el agua no pueda llegar).

✓ **Debilidad sísmica.**

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; existen

técnicas constructivas de sencillo desarrollo que permitan a este tipo de edificaciones ser resistentes a estos fenómenos naturales. Diseñar la planta de la edificación de forma ortogonal, dotarle de cubiertas ligeras y rígidas, una corta longitud de los muros, refuerzo horizontal y vertical, contrafuertes y pilastras, vigas soleras, geomallas; son algunos de los procedimientos que hacen que las edificaciones con tierra cruda sean resistentes a las sollicitaciones sísmicas.

#### **1.3.2.2. Estabilización.**

La Norma UNE 41410, 2008; en el Anexo C: ESTABILIZACIÓN, recomienda recolectar información sobre los estabilizantes disponibles, haciendo uso de los criterios:

- Disponibilidad regional: productos cercanos
- Minimización del impacto ambiental, partiendo del análisis del ciclo de vida del estabilizante, consumo mínimo de energía, agua y recursos renovables; emisión mínima de sustancias tóxicas al entorno desde su extracción, fabricación, transporte, aplicación y vida útil.
- Procesos tecnológicos apropiados a la puesta en obra y mantenimiento.
- Evaluación económica.

Asimismo, la NORMA UNE 41410, señala diferentes tipos de estabilización, agrupados según la acción que ejerce sobre el material tierra.

Estas acciones son:

- Químicas, cuando la que añade es un producto que modifica la estructura granular a la que dota de una cohesión que no tenía o disminuya la excesiva plasticidad.
- Físicas, cuando el estabilizante mejora las propiedades físicas de la tierra.
- Mecánicas, estas aumentan la capacidad del material, esta puede ser estática, dinámica o mixta. La eficacia de este sistema depende de la

granulometría, el grado de compactación, grado de humedad de la mezcla; normalmente la estabilización mecánica se consigue por compactación del suelo.

#### **Estabilizantes físicos:**

##### ✓ **Estabilización Granulométrica.**

Se realiza con la mezcla de suelos naturales, usándose normalmente una combinación binaria de suelos.

##### ✓ **Estabilización con Fibras.**

Estas crean un armazón interno, lo que aporta una en el reparto de las tensiones en la matriz terrosa, pudiendo incrementar la resistencia a flexión y cortante, ayudando a evitar la retracción.

##### ✓ **Resinas de Árboles.**

Se componen como pegamento son de uso frecuente, antes de aplicarse al adobe asegúrese que no contengan elementos alérgicos.

(Gracomaq, 2016) señala que durante miles de años se utilizaron la paja y las fibras de algunos vegetales para la elaboración de adobes, la razón es que al entramarse estas fibras con la tierra se crean estructuras muy fuertes: paja, fibras de corteza de coco, fibras de sisal, maguey, o penca de la cabuya, en general cualquier fibra vegetal o animal como los pelos. Una fibra ideal es la que con el pasar del tiempo tiene una menor degradación.

En la actualidad se utilizan algunas fibras como algodones, nylon, dacrón, rayón y en general cualquier desecho de confección textil, otras fibras usuales son las de la madera y desechos de reciclaje del papel, (Gracomaq)

### **1.3.2.3. Construcción con Tierra.**

Para (López y Bernilla, 2012, p.102) las construcciones más recientes con tierra o adobe, siguen siendo vulnerables ante los movimientos sísmicos; esto se puede observar en los desastres de los sismos del 2001 en Arequipa y 2007 en la región de Ica; esta vulnerabilidad se debe a que se ha perdido la técnica tradicional de construcción con adobe, construyéndose en forma empírica sin planificación, sin dirección técnica y usando cualquier tipo de suelo para la elaboración del adobe.

#### **✓ construcciones de adobe en la Costa**

Para López y Bernilla (2012, p.102) las edificaciones con adobe en la costa del país, básicamente en arquitectura doméstica o de vivienda, a través de la historia se han construido, sin tomarse en cuenta los lineamientos técnicos básicos, para este tipo de edificaciones.

#### **✓ Construcciones de adobe en la Sierra**

López y Bernilla (2012, p.102) La tipología de adobe en la sierra del país, básicamente responde o están diseñadas para contrarrestar los embates climatológicos, que en algunos casos son extremos.

Las deficiencias de las construcciones de adobe en la sierra, son similares a las de la costa.

## **1.4. Formulación del Problema**

¿En qué medida la Adición de hojas de pino y aserrín contribuye en las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional, Sócota, Cajamarca 2018?

## **1.5. Justificación del estudio**

### **1.5.1. Justificación Metodológica.**

Es fundamental la evaluación de las unidades de adobe para conocer sus características físicas y mecánicas, las cuales se realizan a través de ensayos de laboratorio, donde los resultados se procesan en hojas de cálculo de Microsoft Excel para determinar la dispersión entre las muestras, y la relación de

productividad de acuerdo al porcentaje de adición de fibra vegetal considerada para el estudio.

#### **1.5.2. Justificación Técnica**

El estudio está basado en la norma E. 080 del RNE para determinar las propiedades con las que se elaboran las unidades de adobe artesanal, y así poder mejorarlas, por consiguiente, contar con viviendas construidas con adobe, mucho más seguras.

Determinar el tipo de suelo que se usa como material para la elaboración de unidades de adobe, y tomar acciones de mejora con conocimiento objetivo, logrando viviendas con menor índice de vulnerabilidad.

#### **1.5.3. Justificación Social**

El crecimiento poblacional y las migraciones de los pobladores de la zona rural de manera masiva hacia la capital del distrito ha propiciado la presencia de un sinnúmero de viviendas autoconstruidas con adobe, en tanto es considerable mejorar la calidad del adobe para construir viviendas dignas de habitabilidad, donde las personas puedan desarrollarse íntegramente.

#### **1.5.4. Justificación Económica**

La tierra sigue siendo un principal componente de construcción en poblaciones de recursos precarios, por ser de fácil acceso e ilimitado, principalmente por la autoconstrucción.

Las viviendas con adobe al no ser construidas con el debido conocimiento técnico, se convierten en una eminente amenaza al bienestar y por consiguiente a la economía familiar. siendo de vital importancia la evaluación del adobe del distrito de Sókota, ya que representa un alto porcentaje de la industria de la construcción a nivel local.

#### **1.5.5. Justificación Ambiental**

El adobe, por estar constituido por materias locales y estar presente de manera natural en el medio, por tener una reintegración total a la naturaleza una vez que el edificio ya ha terminado su vida útil; por ser un material que se encuentra al alcance y de disponibilidad inmediata, por la incorporación rápida



al suelo, por su proceso constructivo que no genera combustión y segregación de CO<sub>2</sub> al medio ambiente, siendo la elaboración del adobe a través de procesos naturales los cuales mitigan el impacto ambiental.

## **1.6. Hipótesis**

La adición de hojas de pino y aserrín en porcentajes 2 y 3%, de hojas de pino y 3 y 5% de aserrín en el adobe tradicional, mejora las propiedades físicas y mecánicas hasta un 10% en los casos de estudio.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. General**

Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo y unidades de adobe tradicional de la cantera Vega, en el distrito de Sócota, Cajamarca 2018.

### **1.7.2. Específicos**

1. Determinar la clasificación del suelo de la cantera Vega como material para la elaboración de adobe tradicional en el distrito de Sócota.
2. Determinar la resistencia a compresión del adobe con 0% de adición de fibra vegetal, del adobe con 2% y 3% de adición de hojas de pino y 3% y 5% de adición de aserrín.
3. Determinar la resistencia a flexión del adobe con 0% de adición de fibra vegetal, del adobe con 2% y 3% de adición de hojas de pino y del adobe con 3% y 5% de adición de aserrín.
4. Determinar el porcentaje de succión de agua del adobe con 0% de adición de fibra vegetal, del adobe con 2% y 3% de adición de hojas de pino y del adobe con 3% y 5% de adición de aserrín.

## 2. MÉTODO

### 2.1. Diseño de investigación

#### 2.1.1. Experimental

Es una investigación de tipo experimental ya que está basada en ensayos de laboratorio, donde se evaluarán las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de adobe; siendo las variables dependientes de la investigación las que experimentan cambios en su comportamiento, lo que permitirá evaluarlo y cuantificarlo.

### 2.2. Variables, operacionalización

#### Variables

Tabla 3. Variables

<b>VARIABLES INDEPENDIENTES</b>	% DE HOJAS DE PINO
	% DE ASERRÍN
<b>VARIABLES DEPENDIENTES</b>	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE
	RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL ADOBE
	SUCCIÓN DE AGUA DEL ADOBE

Fuente: elaboración propia, 2018

## Operacionalización de variables

Tabla 4. Operacionalización de Variables

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES	UNIDAD
INDEPENDIENTES	% DE HOJAS DE PINO	Tienen forma de agujas, son lineares y tienden a ser punzantes. Se componen de tejidos que le dan la característica de resistencia y dureza, su longitud entre 11 a 15 cm	% de adición de hoja de pino (con respecto al peso seco de la muestra)	%
	% DE ASERRÍN	Partículas finas que se derivan del acerrado de madera. El tamaño típico de las partículas es de 1 a 5mm de ancho y de 1 a 25mm de largo	% de adición de aserrín con respecto al peso seco de la muestra	%
DEPENDIENTES	RESISTENCIA A COMPRESION DEL ADOBE	Es la medida máxima de resistencia a la carga axial de especímenes, expresado en kg/cm <sup>2</sup> o MPa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo resistencia a la compresión del bloque</li> <li>• Clasificación de suelos</li> </ul>	Kg/cm <sup>2</sup>
	RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL ADOBE	Es la tensión máxima que un material pueda soportar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo resistencia a la flexión del bloque</li> <li>• Clasificación de suelos</li> </ul>	Kg/cm <sup>2</sup>
	SUCCIÓN DE AGUA DEL ADOBE	Capacidad de succión de agua de un material	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo de porcentaje de succión del bloque</li> <li>• Clasificación de suelos</li> </ul>	Gr/200cm <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia, 2018

## 2.3. Población y muestra

### 2.3.1. Población

De acuerdo a la norma se elaboraron 120 unidades de adobe con la gavera

### 2.3.2. Muestra

#### Para ensayo resistencia a compresión:

- En la norma E-080 señala que, se debe ensayar aun mínimo de 6 cubos para los ensayos de resistencia a compresión, resistencia a flexión y a succión de agua. Por lo que en esta investigación se decidió tomar 5 unidades de adobe equivalentes a 15 cubos para cada ensayo.

Tabla 5. Muestra para ensayo a compresión

MUESTRA	TIPO DE ADOBE
5	Unidades de adobe 0% adición vegetal
5	Unidades de adobe compactado con 2% de adición de hoja de pino
5	Unidades de adobe compactado con 3% de adición de hoja de pino
5	Unidades s de adobe compactado con 3% de adición de aserrín
5	Unidades de adobe compactado con 5% de adición de aserrín

Fuente: elaboración propia, 2018

Tabla 6. Muestra para ensayo a flexión

MUESTRA	TIPO DE ADOBE
5	Unidades de adobe 0% adición vegetal
5	Unidades de adobe compactado con 2% de adición de hoja de pino
5	Unidades de adobe compactado con 3% de adición de hoja de pino
5	Unidades s de adobe compactado con 3% de adición de aserrín
5	Unidades de adobe compactado con 5% de adición de aserrín

Fuente: elaboración propia, 2018

Tabla 7. Muestra ensayo a succión de agua.

MUESTRA	TIPO DE ADOBE
5	Unidades de adobe 0% adición vegetal
5	Unidades de adobe compactado con 2% de adición de hoja de pino
5	Unidades de adobe compactado con 3% de adición de hoja de pino
5	Unidades s de adobe compactado con 3% de adición de aserrín
5	Unidades de adobe compactado con 5% de adición de aserrín

Fuente: elaboración propia, 2018

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.4.1. Técnicas e instrumentos**

Esta investigación se realizó a través de ensayos y pruebas de laboratorio de concreto y suelos de la Universidad Pedro Ruiz Gallo de la ciudad de Lambayeque, ensayos de granulometría, contenido de humedad, límites de Atterberg, ensayo a compresión, flexión y succión de agua de los elementos en estudio. La información obtenida en laboratorio, se procesó en gabinete utilizando hojas de cálculo de Microsoft Excel.

### **2.4.2. Validez y confiabilidad**

Se examinan los datos finales obtenidas en las fichas comparando las propiedades mecánicas que presentan las muestras con 0%, 2% y 3% adición de hojas de pino y 3% y 5% adición de aserrín obtenidos en los ensayos destructivos, para este proceso se emplearon: fichas de recolección de datos en campo, tablas, gráficos e indicadores estadísticos.

## **2.5. Método de análisis de datos**

Primeramente, se analizó el análisis granulométrico, contenido de humedad y límites de Atterberg realizados a la muestra de suelo, obtenido de la cantera Vega, para conocer su clasificación, luego se realizó los ensayos a compresión, flexión y succión de agua del adobe con 0%, de adición de fibra vegetal, con 2% y 3% de adición de hojas de pino y con 3% y 5% de adición de aserrín.

Los resultados fueron procesados en hojas de cálculo de Microsoft Excel realizando la evaluación y análisis del comportamiento de las unidades de adobe según las variables de estudio, pudiendo cuantificar la dispersión entre las muestras, llegando a concluir en juicios con carácter técnico científico como aporte de la investigación.

## **2.6. Aspectos éticos**

Se tomará como punto de partida la veracidad de los resultados, el respeto por la propiedad intelectual, el respeto por el medio ambiente y la biodiversidad,

responsabilidad social, política, sobre todo respeto a la privacidad de los individuos que participan en el estudio e investigación.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Diagnóstico situacional del área en estudio

##### 3.1.1. Nombre del proyecto de investigación

Características Físicas y Mecánicas de Unidades de Adobe con Hojas de Pino y Aserrín en el Distrito de Sócota, Cajamarca, 2018

##### 3.1.2. Localización

**Región** : Cajamarca  
**Provincia** : Cutervo  
**Distrito** : Sócota  
**Localidad** : Sector los Amautas  
**Denominación** : “Adobera Vega”

**Acceso:** Desde la Plaza de Armas por el jr. Dos de enero, altura de la cuadra 4, por la calle Moisés Ames cuadra 2 costado del área recreativa “Maracaná”

#### 3.2. ENSAYOS AL MATERIAL DE CANTERA

##### 3.2.1. ENSAYO GRANULOMÉTRICO

Tabla 8. % que pasa por la malla N°200

% que pasa malla N°200	68.72
------------------------	-------

Fuente: elaboración propia, 2018

##### 3.2.2. CONTENIDO DE HUMEDAD

Tabla 9. contenido de humedad

W (%) Promedio	21.43
----------------	-------

Fuente: Elaboración propia, 2018

### 3.2.3. Ensayo de límites de Atterberg

Tabla 10. límites de Atterberg

<i>Limite liquido</i>	22.18%	<i>Limite plástico</i>	13.03%	<i>Índice de plasticidad</i>	9.15%
-----------------------	--------	------------------------	--------	------------------------------	-------

Fuente: Elaboración propia, 2018

### 3.3. Clasificación del suelo

Para la clasificación del suelo de acuerdo a los resultados de laboratorio de la granulometría, se obtuvo que más del 50% del material pasa por el tamiz N°200 (0.075mm). El tipo de suelo es CL (Arcilla inorgánica de baja plasticidad), según SUCS; es A-4(3) Limos arenosos inorgánicos, regular a pobre como subgrado, según AASHTO

### 3.4. Dosificación

#### Dosificación de hojas de pino y aserrín para cada adobe de (7.21 kg)

Tabla 11. Cantidades de fibra vegetal por adobe

Porcentaje	Cantidad de suelo Seco (kg)	Cantidad de hojas de Pino y aserrín (kg)
2% de hojas de pino	7.21	0.14
3% de hojas de pino	7.21	0.22
3% de aserrín	7.21	0.22
5% de aserrín	7.21	0.36

Fuente: Elaboración propia, 2018

#### Dosificación de agua para cada adobe de (7.21 kg)

Tabla 12. Cantidades de agua por adobe

Porcentajes	Cantidad de suelo Seco (kg)	Cantidad de agua (Its)
Adobe patrón	7.21	0.83
2% de hojas de pino	7.21	0.94
3% de hojas de pino	7.21	1.02
3% de aserrín	7.21	0.95
5% de aserrín	7.21	1.01

Fuente: Elaboración propia, 2018

### 3.5. Ensayos a unidades de adobe

#### 3.5.1. Ensayo Resistencia a Compresión

Tabla 13. Resistencia a compresión del adobe con 0% de adición de fibra vegetal

Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/ Cm <sup>2</sup> )	Deformación (mm)
1	6000	13.11	1.96
2	6750	14.33	2.13
3	6500	13.79	2.06
4	5000	10.89	1.60
5	6250	13.62	2.00
<b>PROMEDIO</b>	<b>6100</b>	<b>13.15</b>	<b>1.95</b>

Fuente: Elaboración propia, 2018

$$\sigma = 1.333$$

$$f'b = 11.82 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla 14. Resistencia a compresión adobe con 2% de adición de hojas de pino.

Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/ Cm <sup>2</sup> )	Deformación (mm)
1	5500	12.06	1.77
2	5250	11.44	1.69
3	5000	11.00	1.62
4	6250	13.80	2.03
5	5000	11.07	1.47
<b>PROMEDIO</b>	<b>5400</b>	<b>11.87</b>	<b>1.72</b>

Fuente: Elaboración propia, 2018

$$\sigma = 1.032$$

$$f'b = 10.84 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla 15. Resistencia a compresión de adobe con 3.0% adición de hojas de pino.

Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/ Cm <sup>2</sup> )	Deformación (mm)
1	6250	13.57	2.02
2	6500	14.07	2.08
3	7750	17.00	2.50
4	7500	16.18	2.42
5	6250	13.31	1.98
<b>PROMEDIO</b>	<b>6850</b>	<b>14.82</b>	<b>2.20</b>

Fuente: Elaboración Propia, 2018



$$\sigma = 1.66$$

$$f'b = 13.17 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla 16. Resistencia a compresión de adobe con 3% adición de aserrín.

Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/ Cm <sup>2</sup> )	Deformación (mm)
1	7500	16.66	2.45
2	7000	15.45	2.26
3	6750	15.15	2.21
4	7500	16.39	2.40
5	7500	16.45	2.42
<b>PROMEDIO</b>	<b>7250</b>	<b>16.02</b>	<b>2.35</b>

Fuente: Elaboración Propia, 2018

$$\sigma = 0.67$$

$$f'b = 15.35 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla 17. Resistencia a compresión de unidades de adobe con 5% adición de aserrín.

Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/ Cm <sup>2</sup> )	Deformación (mm)
1	5750	12.61	1.85
2	5500	12.22	1.79
3	6250	13.62	2.02
4	6250	13.57	2.00
5	5750	12.53	1.84
<b>PROMEDIO</b>	<b>5900</b>	<b>12.91</b>	<b>1.90</b>

Fuente: Elaboración Propia, 2018

$$\sigma = 0.64$$

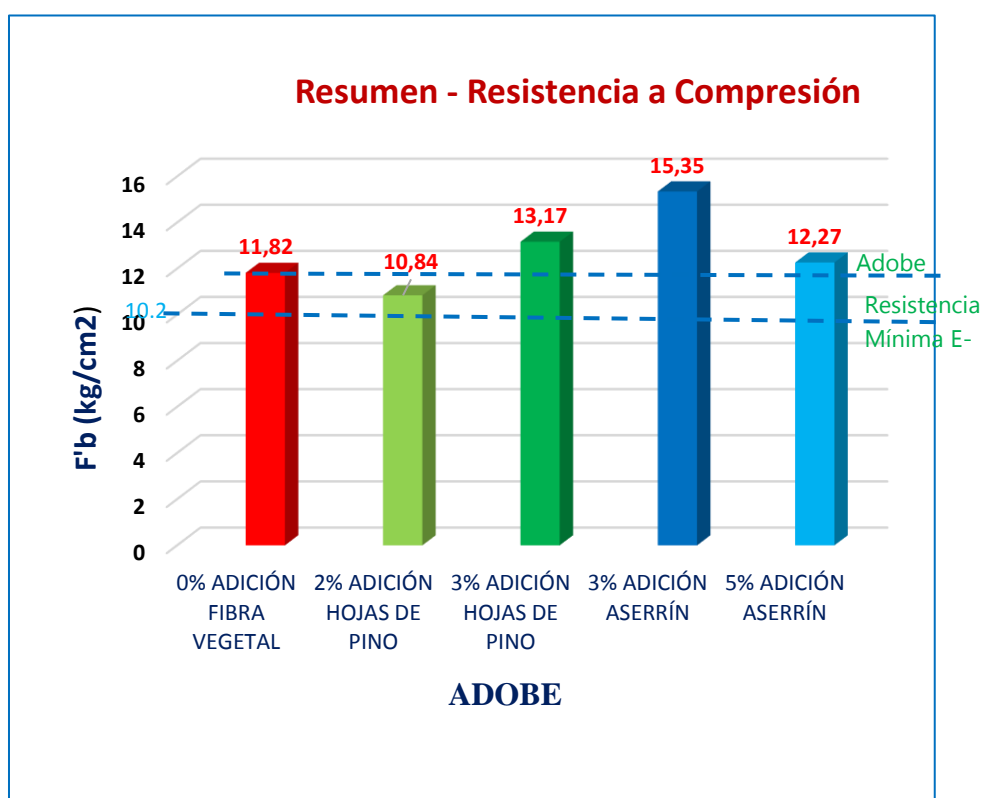
$$f'b = 12.27 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla 18. Resumen General – Resistencia a Compresión de unidades de Adobe.

UNIDAD	F'b (kg/cm <sup>2</sup> )
0% ADICIÓN FIBRA VEGETAL	11.82
2% ADICIÓN HOJAS DE PINO	10.84
3% ADICIÓN HOJAS DE PINO	13.17
3% ADICIÓN ASERRÍN	15.35
5% ADICIÓN ASERRÍN	12.27

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Gráfico 1. Resumen Resistencia a Compresión de unidades de Adobe.



Fuente: Elaboración Propia, 2018

### 3.5.2. ENSAYO RESISTENCIA A FLEXIÓN

Tabla 19. Resistencia a flexión de adobe con 0% de adición de fibra vegetal.

Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/ Cm <sup>2</sup> )	Deformación (mm)
1	40	0.85	0.13
2	40	0.82	0.12
3	40	0.82	0.12
4	40	0.83	0.12
5	40	0.83	0.12
<b>PROMEDIO</b>	<b>40</b>	<b>0.83</b>	<b>0.12</b>

Fuente: Elaboración Propia, 2018

$$\sigma = 0.83 \text{ kgf/cm}^2$$

Tabla 20. Resistencia a flexión de adobe 2% de adición de hojas de pino.

Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/ Cm <sup>2</sup> )	Deformación (mm)
1	70	1.31	0.20
2	55	1.05	0.15
3	60	1.14	0.17
4	100	1.90	0.28
5	80	1.52	0.23
<b>PROMEDIO</b>	<b>73</b>	<b>1.38</b>	<b>0.21</b>

Fuente: Elaboración Propia, 2018

$$\sigma = 1.38 \text{ kgf/cm}^2$$

Tabla 21. Resistencia a flexión de adobe 3.0% adición de hojas de pino

Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/ Cm <sup>2</sup> )	Deformación (mm)
1	200	3.77	0.56
2	190	3.60	0.53
3	170	3.24	0.48
4	110	2.07	0.31
5	180	3.35	0.50
<b>PROMEDIO</b>	<b>170</b>	<b>3.21</b>	<b>0.48</b>

Fuente: Elaboración Propia, 2018

$$\sigma = 3.21 \text{ kgf/cm}^2$$

Tabla 22. Resistencia a flexión de adobe 3% adición de aserrín

Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/ Cm <sup>2</sup> )	Deformación (mm)
1	40	0.78	0.11
2	30	0.61	0.09
3	40	0.78	0.12
4	30	0.58	0.09
5	30	0.59	0.09
<b>PROMEDIO</b>	<b>34</b>	<b>0.67</b>	<b>0.10</b>

Fuente: Elaboración Propia, 2018

$$\sigma = 0.67 \text{ kgf/cm}^2$$

Tabla 23. Resistencia a flexión de adobe 5% adición de aserrín.

Muestra	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/ Cm <sup>2</sup> )	Deformación (mm)
1	30	0.59	0.09
2	40	0.79	0.12
3	20	0.41	0.06
4	30	0.60	0.09
5	30	0.61	0.09
<b>PROMEDIO</b>	<b>30</b>	<b>0.60</b>	<b>0.09</b>

Fuente: Elaboración Propia, 2018

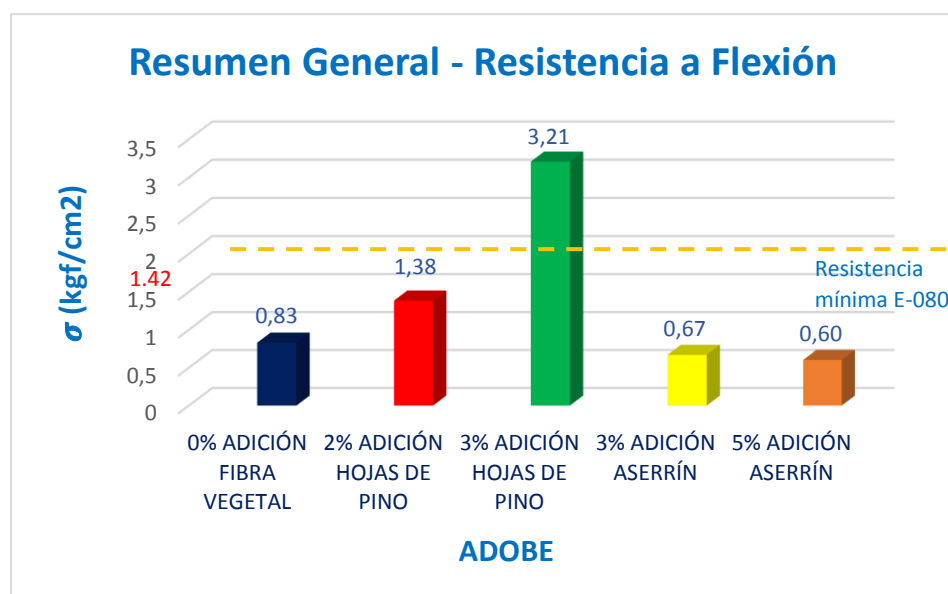
$$\sigma = 0.60 \text{ kgf/cm}^2$$

Tabla 24. Resumen General – Resistencia a Flexión de unidades de Adobe.

UNIDAD	$\sigma$ (kgf/cm <sup>2</sup> )
0% ADICIÓN FIBRA VEGETAL	0.83
2% ADICIÓN HOJAS DE PINO	1.38
3% ADICIÓN HOJAS DE PINO	3.21
3% ADICIÓN ASERRÍN	0.67
5% ADICIÓN ASERRÍN	0.60

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Gráfico 2. Resumen Resistencia a Flexión de unidades de Adobe.



Fuente: Elaboración Propia, 2018

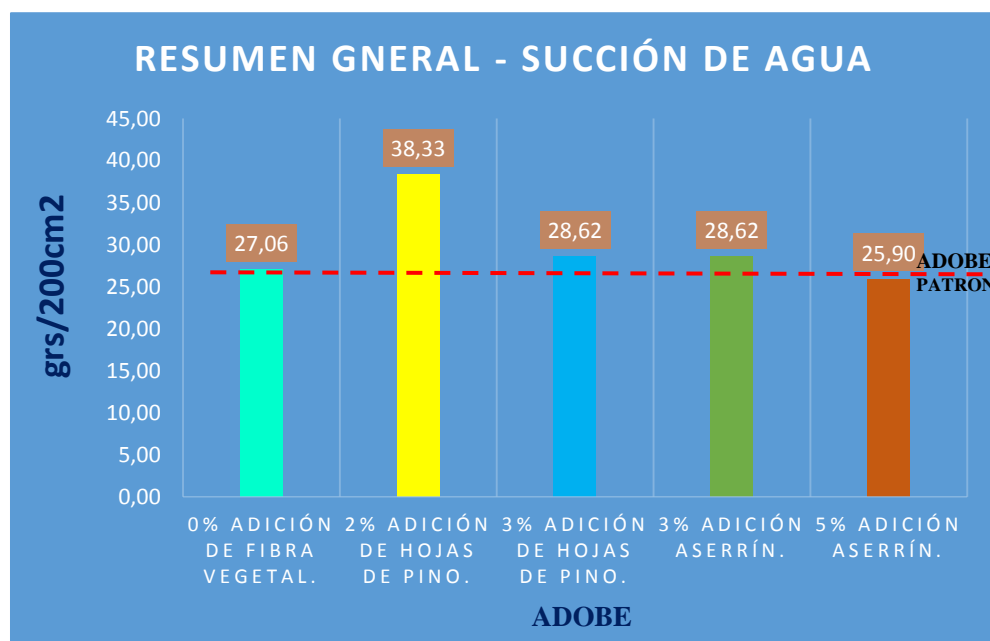
### 3.5.3. ENSAYO SUCCIÓN DE AGUA

Tabla 25. Resumen de succión de agua de unidades de adobe.

UNIDADES	SUCC(grs/200cm <sup>2</sup> )
0% adición de fibra vegetal.	27.06
2% adición de hojas de pino.	38.33
3% adición de hojas de pino.	28.62
3% adición aserrín.	28.62
5% adición aserrín.	25.90

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Gráfico 3. Resumen succión de unidades de Adobe.



Fuente: Elaboración Propia, 2018

#### 4. DISCUSION

Las unidades de adobe con adición de hojas de pino lograron obtener una resistencia a compresión de 10.84 kg/cm<sup>2</sup> en el porcentaje de adición de 2% y las unidades de adobe con adición 3% de de hojas de pino obtuvo 13.17 kg/cm<sup>2</sup>; la primera no logrando superar la resistencia obtenida por el adobe (patrón) de 11.82 kg/cm<sup>2</sup>, la segunda superó al adobe patrón en más del 10% superando la hipótesis de estudio; tanto la resistencia del adobe patrón, adobe 2% y 3% de adición de hojas de pino superaron a la resistencia mínima a compresión contenida en la Norma E-080 del Reglamento Nacional de Edificaciones. cuyo valor es 10.2 kg/cm<sup>2</sup>.

Las unidades de adobe con adición de aserrín en sus dos porcentajes, superaron al adobe patrón y también a la resistencia mínima a compresión en la Norma E-080, siendo los valores obtenidos 15.35 kg/cm<sup>2</sup> y 12.27 kg/cm<sup>2</sup> del adobe con adición de aserrín 3% y 5%, respectivamente, obteniéndose aquí el más alto resultado.

El adobe con adición 3% y 5% de adición de aserrín obtuvieron una resistencia a flexión de 0.67 kgf/cm<sup>2</sup> y 0.60 kgf/cm<sup>2</sup>, no logrando superar al adobe patrón que obtuvo 0.83 kgf/cm<sup>2</sup>; y estos tres no alcanzaron obtener el valor mínimo a flexión contenida en la Norma E-080 (1.42 kgf/cm<sup>2</sup>).

El adobe con adición de 2% de hojas de pino obtuvo una resistencia a flexión de 1.38 kgf/cm<sup>2</sup>, superando al adobe patrón en 66.27%, no logrando alcanzar el mínimo establecido por la Norma con una diferencia de 2.86%; en cambio el adobe con 3% de adición de hojas de pino obtuvo la más alta resistencia a flexión con 3.21 kgf/cm<sup>2</sup>, teniendo una diferencia de 286.75% con relación a lo obtenido por el adobe patrón y con 226.06% mayor al valor mínimo contenido en la Norma E-080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada.

Ambos casos: adición de hojas de pino y aserrín obtuvieron resultados contradictorios en relación a la resistencia a compresión y flexión, siendo el adobe con 3% de adición de aserrín el que alcanzó 15.35 kg/cm<sup>2</sup> en compresión, superando con 29.86% al adobe patrón, y en flexión obtuvo el más alto valor el adobe con 3% de adición de hojas de pino con 3.21 kgf/cm<sup>2</sup>, superando a la resistencia de adobe patrón en 286.75%.

Es mejor el uso de las hojas de pino y aserrín sería de manera mixta determinando los porcentajes adecuados para mejorar las propiedades del adobe artesanal en compresión y flexión.

La succión de agua para los adobes con adición de fibra vegetal se mantiene en la mayoría de casos, mostrando mayor capacidad succión en el adobe con 2% de adición hojas de pino con 38.33 gr/200cm<sup>2</sup>, logrando un porcentaje de 36.60% mayor al del adobe patrón que obtiene 27.06 gr/200cm<sup>2</sup>.

En sus estudios (Cabrera & Huaynate, 2010) demostraron que en la prueba de absorción de agua los adobes convencionales se desintegran, concluyendo que esta prueba no es aplicable para estos; la prueba de absorción es válida para adobes estabilizados con 5% de cemento ya que no se observó deterioro progresivo.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

La hipótesis se cumple parcialmente debido a que los ensayos demostraron que las unidades de adobe tradicional con adición de hojas de pino en porcentajes 2% y 3% obtuvieron una resistencia a compresión de 10.54 kg/cm<sup>2</sup> y 13.17 kg/cm<sup>2</sup> cumpliendo por encima de la hipótesis en el caso de 3% de adición de hojas de pino; demostrando déficit el adobe con 2% de adición de hojas de pino, ya que el adobe con 0% de adición de hojas de pino (patrón) obtuvo una resistencia a compresión promedio de 11.82 kg/cm<sup>2</sup>; mientras que, las unidades de adobe tradicional con adición de aserrín en porcentajes 3% y 5% obtuvieron una resistencia a compresión de 15.35 kg/cm<sup>2</sup> y 12.27 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, cumpliendo muy por encima de la hipótesis en el caso de 3% de adición de aserrín y de manera parcial con 2% de adición de aserrín.

En flexión solamente las unidades de adobe con adición de hojas de pino tuvieron una resistencia a flexión por encima de la hipótesis, en relación al adobe 0% de adición de fibra vegetal (patrón) y de manera muy satisfactoria el adobe con 3% de adición de hojas de pino sobrepasa el mínimo de resistencia a flexión contemplado en la norma E-080, demostrando lo contrario en las demás muestras en estudio.

El tipo de suelo empleado para la elaboración de adobes es un CL (arcilla inorgánica de baja plasticidad), según SUCS, y un A-4 (3) (limos arenosos inorgánicos, regular a pobre como subgrado) para ASSHTO

La adición de 3% de hojas de pino en la resistencia a compresión del adobe obtuvo una resistencia de 13.17 kg/cm<sup>2</sup>; el cual supera en 11.42% la resistencia del adobe con 0% de adición de fibra vegetal, y el adobe con adición de 2% de hojas de pino adquirió un déficit de 10.83% menor que el adobe patrón.

La adición de aserrín en la resistencia a compresión del adobe para los porcentajes de 3.0% y 5%, obtuvo una resistencia de 15.35 kg/cm<sup>2</sup> y 12.27 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente; los cuales superan en 29.86% y 3.81% la resistencia a compresión del adobe patrón (11.82 kg/cm<sup>2</sup>).

La adición de aserrín en la resistencia a flexión del adobe para los porcentajes de 3% y 5% obtuvo una resistencia de 0.67 kgf/cm<sup>2</sup> y 0.60 kgf/cm<sup>2</sup> respectivamente;



los cuales sobrepasan la resistencia 0.83 kgf/cm<sup>2</sup> del adobe patrón; por consiguiente, estos tres muestran una resistencia a flexión por debajo del mínimo requerido por la norma E-080 (1.42 kgf/cm<sup>2</sup>).

La adición de hojas de pino en la resistencia a flexión del adobe para los porcentajes 2%, obtuvo una resistencia de 1.38 kgf/cm<sup>2</sup>, logrando superar al adobe patrón en 66.27% pero por debajo del mínimo requerido por la norma E-080 en un 2.82%; demostrando lo contrario el adobe con adición de 3% de hojas de pino con 3.21 kgf/cm<sup>2</sup>, el cual supera al adobe patrón en 286.75% y en 126.06 al mínimo indicado por la norma E-080. Diseño y construcción con tierra reforzada.

La variabilidad de las propiedades físicas y mecánicas del adobe, de acuerdo a la dosificación de fibra vegetal, tanto en resistencia de compresión y flexión.

propiedad física de succión de agua de los adobes con adición de hojas de pino con 2% y 3% obtuvo como resultado 38.33% y 28.62%.

La propiedad física de absorción de agua de los adobes con adición de aserrín con los porcentajes 3% y 5% obtuvo como resultado 28.62% y 25.90% respectivamente, así mismo el adobe patrón obtuvo el 27.06%. de lo que se concluye que la mayoría de unidades de adobe mantienen la capacidad de succión, siendo el adobe con el 2% de adición hojas de pino incrementa en 36.60% su capacidad de succión con respecto al adobe patrón.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

Realizar investigaciones con otros estabilizantes de fibra vegetal (tallos de arveja, hojas de caña, gabazo, etc) o reciclaje textil para mejorar la resistencia y propiedades de los adobes.

Realizar investigaciones a diferentes tipos de suelo, para identificar otras canteras alternativas para evitar el monopolio.

Realizar estudios de dosificaciones mixtas de hojas de pino y aserrín para lograr mejorar equitativamente la resistencia a compresión y flexión de unidades de adobe artesanal.

Realizar investigaciones con máquinas industriales para la elaboración de adobes y evaluar los resultados.

## REFERENCIAS

- Arteaga, K., Medina, O., & Gutiérrez, Ó. (2011). Bloque de tierra comprimida como material constructivo. *Revista Facultad de ingeniería, UPTC*, 55-68.
- Bestraten, S., Hormías, E., & Altemir, A. (2010). Construcción con tierra en el siglo XXI. *Informes de la Construcción*.
- Brummer, M. (2013). "Construcción autoportante con BTC ligero, Cannabric en el sur de Europa". *Construcción con Tierra, Patrimonio y Vivienda*, 5.
- Cabo, M. (2011). *Ladrillo Ecológico como material sostenible para la construcción*. Navarra: Ekaina.
- Cabrera, D., & Huaynate, W. (2010). *Mejoramiento de las construcciones de adobe ante una exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Cajas, S. (2009). EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE ASERRÍN EN COMBINACIÓN CON ESTIÉRCOL BOVINO COMO SUSTRATO EN LA PRODUCCIÓN DE HUMUS DE LOMBRIZ. Ecuador: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.
- Carcedo, M. (2012). RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADA CON MATERIALES DE SÍLICE DE DIFERENTE TAMAÑO DE PARTICULA. España: Universidad Politécnica de Madrid.
- Cid, J., & Cañas, I. (2009). *Normalización de la Tierra Norma UNE 41410*. Valladolid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Cid, J. (2012). *Durabilidad de bloques de tierra comprimida. Evaluación y recomendaciones para la normalización de los ensayos de erosión y absorción*. España: Universidad Politécnica de Madrid.
- De la Peña, D. (1997). *ADOBE, CARACTERÍSTICAS Y SUS PRINCIPALES USOS EN LA CONSTRUCCIÓN*. México: Instituto Tecnológico de la Construcción.

Flórez, C., & López, O. (2010). Propuesta de Reforzamiento de muros de Adobe Modificado con confinamiento de madera rolliza. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

Gracomaq. (20 de enero de 2018). Estabilizantes para los Adobes. Obtenido de [http://www.gracomaq.net/index\\_archivos/estabilizantes.htm](http://www.gracomaq.net/index_archivos/estabilizantes.htm).

Igarashi, L. (2009). Reforzamiento Estructural de Muros de Adobe. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (23 de diciembre de 2017). Materiales Predominantes en Viviendas. Obtenido de <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/en-mas-de-3-millones-de-viviendas-predominan-paredes-de-materiales-vulnerables-a-movimientos-teluricos-7583/imprimir/>.

Llanos, R., & Jimenez, D. (1985). "Estudio del adobe fabricado en la ciudad de Cajamarca y su mejoramiento". Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.

Maldonado, L., Castilla, F., & Vela, F. (2001). Rendimiento y coste energético en la construcción de cerramientos de fábrica de adobe y bloque de tierra comprimida. España: Centro de Investigación de Arquitectura Tradicional.

Mejía, I. (2014). Bloque de Adobe Estabilizado y compactado en Cajamarca. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.

Morales, J., Ortiz, M., & Alavéz, R. (2007). Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe compactado. *Naturalez y Desarrollo*, 41.

Norma Técnica Peruana 339.128. (1999). SUELOS. Método de Ensayo para el Análisis Granulométrico. Lima-Perú: Indecopi.

NORMA UNE 41410. (2008). Normalización de la Tierra, NORMA UNE 41410. España.

NTP 339.134. (1999). SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema Unificado de clasificación de suelos, SUCS). Lima-Perú: INDECOPI.

NTP 400.012. (2001). Norma Técnica Peruana. Lima- Perú: INDECOPI.

NTP. 339.078. (22 de diciembre de 1999). Norma Técnica Peruana. Resistencia a la Flexión o Módulo de rotura. Lima- Perú: Indecopi. Obtenido de <http://ecocosas.com/arq/el-adobe/>

NTP. 399.613. (2003). Absorción. Lima-Perú.

NTP. 399.613. (2003). Métodos de Muestreo y ensayo de unidades de albañilería. Lima-Perú.

Reglamento Nacional de Edificaciones, E-070. (2006). Albañilería. Lima- Perú.

Reglamento Nacional de Edificaciones, E-080. (2006). Adobe. Lima, Perú: ICG.

Robles, G. P. (2007). Influencia del espesor de la junta en las propiedades mecánicas de muros de mampostería de tabique. Tesis para optar el grado en Maestro de Ingeniería. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Urbano, S. (2008). Investigación del Adobe en el Perú. Lima: Ministerio de Vivienda y Construcción.

## ANEXOS

### ANEXO N°1. FOTOGRAFIAS

Imagen 1. Localización del Distrito Sócata



Fuente: Google Earth, 2018

Imagen 2. Ubicación de la Cantera



Fuente: Google Earth, 2018



Imagen 3. Cantera Vega, Sector los Amautas, distrito de Súcota - Cajamarca



Fuente: Elaboración Propia, 2018

Imagen 4. Acopio del adobe en tendal



Fuente: Elaboración propia, 2018



Imagen 5. Acopio y secado al sol del adobe en tendal



Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 6. Preparación del barro



Fuente: Elaboración propia



Imagen 7. Traslado de las unidades de adobe a laboratorio



Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 8. Traslado de unidades de adobe al laboratorio



Fuente. Elaboración propia, 2018

Imagen 9. Denominación de las muestras



Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 10. Ensayo a compresión adobe 0% fibra vegetal



Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 11. Ensayo a compresión adobe con 2% adición hojas de pino



Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 12. Ensayo a compresión adobe con 3% adición hojas de pino



Fuente: Elaboración propia, 2018



Imagen 13. Ensayo a compresión adobe con 3% adición aserrín



Fuente. Elaboración propia, 2018

Imagen 14. Ensayo a compresión adobe con 5% adición aserrín



Fuente. Elaboración propia, 2018

Imagen 15. En sayo a compresión de unidades de adobe



Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 16. Ensayo a Flexión, adobe 0% de adición de fibra vegetal



Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 17. Ensayo a flexión adobe 2% adición de hojas de pino



Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 18. Ensayo a flexión adobe 3% adición de hojas de pino



Fuente: Elaboración propia, 2018

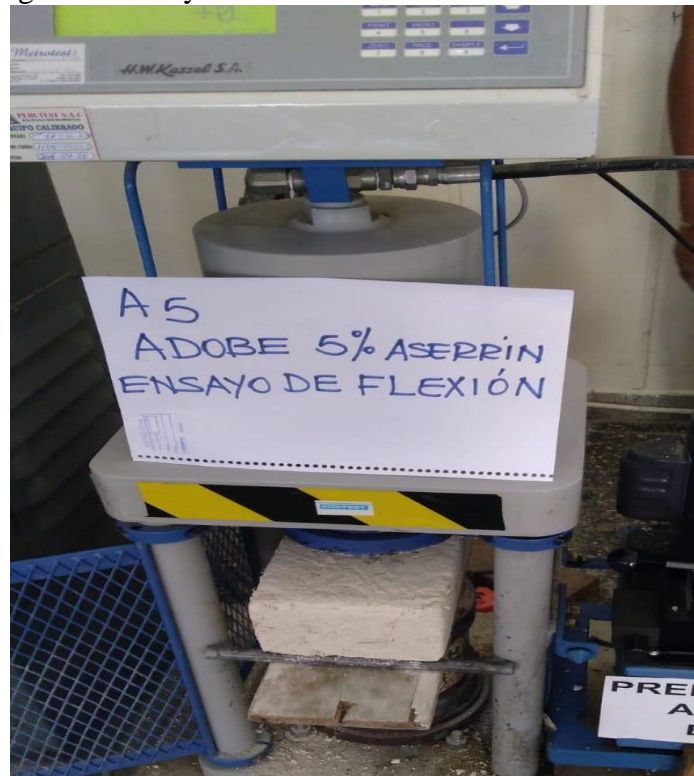


Imagen 19. Ensayo a flexión adobe 3% de adición de aserrín



Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 20. Ensayo a flexión adobe 5% de adición de aserrín



Fuente: elaboración propia, 2018

Imagen 21. Control distancia de falla ensayo a flexión



Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 22. Ensayo succión de agua del adobe 0% de fibra vegetal



Fuente: Elaboración Propia



Imagen 23. Succión de Agua adobe con 3% de adición aserrín



Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 24. Succión de Agua adobe con 3% de adición aserrín



Fuente: Elaboración propia, 2018

Imagen 25. Succión de Agua adobe con 2% de adición hojas de pino



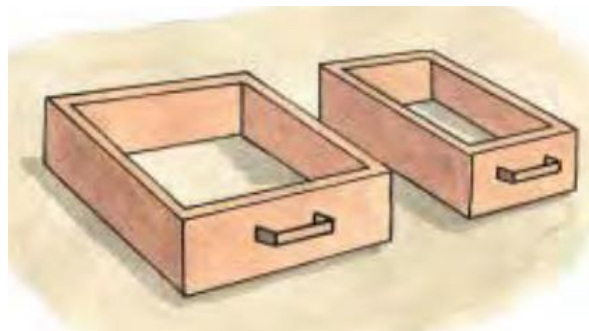
Fuente: Elaboración propia, 2018

### **Preparación de la gavera y el tendal.**

La gavera o adobera es un molde abierto, con las dimensiones internas, del adobe a elaborar. Es recomendable fabricar gaveras de madera con fondo, para evitar que el adobe presente mucha irregularidad en su cara de asentado. Estas gaveras deben tener dimensiones internas mayores en un centímetro, que las dimensiones del adobe, porque el suelo se contrae al secar.

Si los adobes a elaborar son de 38cmx38cmx8cm, las dimensiones internas de las gaveras, serán 39cmx39cmx9cm, mientras que para los medios adobes las dimensiones internas de los moldes serán 39cmx18cmx9cm. En el siguiente esquema, se muestra la gavera para adobe normal y para adobe con alveolo para la colocación de refuerzo vertical.

Imagen 26. Gaveras para la elaboración de adobe.



Fuente: Manual sismorresistente en adobe, SENCICO Lima, 2009

El tendal es el área donde se elabora y seca el adobe. Para esto se debe seleccionar un terreno plano y limpio, cubriendo la superficie con arena fina, para que el adobe no se quede pegado. De preferencia el tendal debe ser techado.

### **Preparación del barro.**

El suelo procedente de la cantera se humedece y se hecha agua hasta formar barro, removiéndolo con una lampa hasta tenerlo uniformizado.

Luego se le deja dormir, de uno a dos días, para que la arcilla pueda humedecerse totalmente, y reaccione como cementante; al barro se le ha agregado asfalto o estabilizador, en un porcentaje en peso seco del suelo, 2% generalmente.

Para evitar que le caiga la lluvia, es conveniente tapar al suelo preparado con un plástico grueso.

Un aporte importante conseguido, para mejorar la calidad del adobe, en cuanto a resistencia, durabilidad y, sobre todo, para protegerlo de la humedad, es su estabilización con asfalto.

El adobe estabilizado con asfalto es aquel en cuya preparación se añade un porcentaje de asfalto que puede variar de 0.5 a 4% en peso de suelo seco, según el tipo de suelo, pero que habitualmente varía entre 1.5 a 2%. El asfalto, tiene como efecto impedir la disolución del adobe en presencia de agua, lo que le otorga grandes ventajas en zonas de gran precipitación pluvial o cuando no es posible evitar riesgos de inundaciones.

### **Elaboración del adobe**

El proceso no ha cambiado desde que el hombre, en la más remota antigüedad, construyó su primera casa de barro. El primer paso, es la extracción de la tierra a la que se elimina minuciosamente de todo tipo de impurezas. Acto seguido se hace una mezcla de tierra, agua, paja y en ocasiones estiércol o algún estabilizante. La masa resultante se vacía sobre una explanada cubierta de paja o arena fina donde previamente han sido instalados unos moldes de madera húmeda que se denominan "gaveras". Una vez compactada la masa en los moldes, se retira la gavera, dejándole secar tres cuatro días hasta que tome forma. Y sin estar suficientemente secos los adobes se colocan en posición de canto para su secado uniforme.

## ANEXO N°2: ENSAYO DE SUELOS

### ENSAYO GRANULOMÉTRICO

Ensayo basado en la norma NTP 339.128,1999 (método de ensayo para el análisis granulométrico)

Se tomó una muestra de 0.2 kilogramos de material.

El ensayo consistió en lavar el material en un recipiente limpio hasta que el agua de lavado quede cristalina, luego se colocó el material en una tara para luego ser llevado al horno por 24 horas.

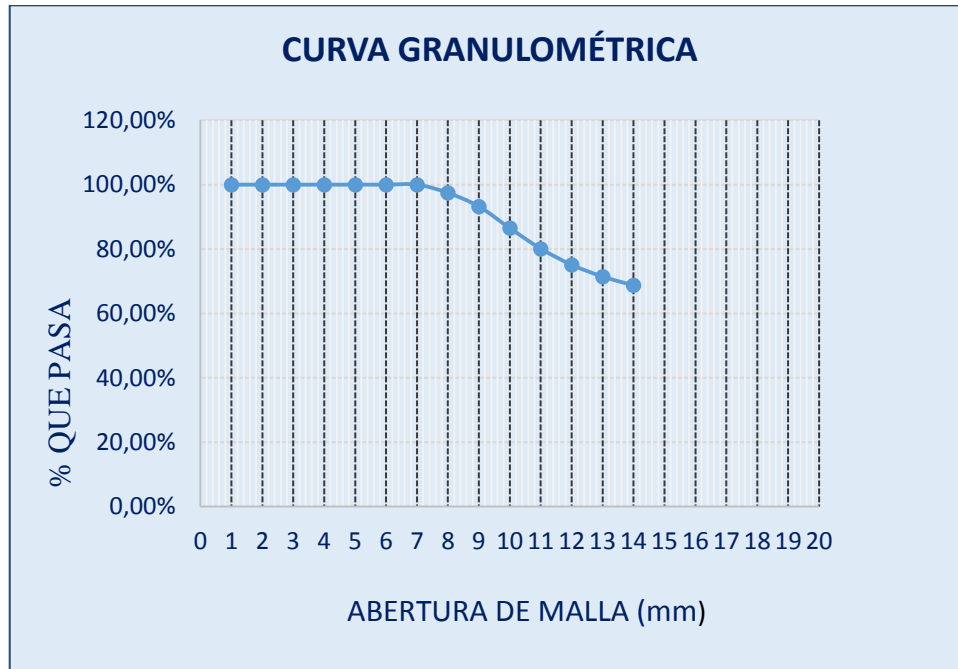
Pasadas las 24 horas se retiró la muestra del horno y se le pasó por los tamices (3/8", N°4, N°10, N°20, N°30, N°40, N°100 y N°200) para obtener los porcentajes de limo, arcilla y arena que contiene el suelo de la cantera en estudio, de acuerdo a los porcentajes retenidos por cada tamiz.

Tabla 26. Análisis Granulométrico

MUESTRA 200 gr					
TAMIZ	ABERT (mm)	Peso Retenido (gr)	% parcial retenido	% retenido acumulado	% QUE PASA
3"	75	-	-	-	100
2"	50	-	-	-	100
1 1/2"	38.1	-	-	-	100
1"	25	-	-	-	100
3/4"	19	-	-	-	100
1/2"	12.5	-	-	-	100
3/8"	9.5	-	-	-	100
N° 4	4.75	5.13	2.57	2.75	97.44
N°10	2	8.42	4.21	6.78	93.22
N°20	0.85	13.45	6.73	13.5	86.5
N°40	0.425	12.76	6.38	19.88	80.12
N°50	0.3	10.02	5.01	24.89	75.11
N°100	0.15	7.31	3.66	28.55	71.45
N°200	0.074	5.46	2.73	31.28	68.72
Platillo		0.04	0.02		00.00
Platillo + Pérdida por lavado		137.44	68.72	100	

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Gráfico 4. Curva Granulométrica



Fuente: Elaboración propia, 2018

### CONTENIDO DE HUMEDAD

Esta prueba se realizó con la norma NTP 339.127, 1998 (Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo).

Para este ensayo se tomó tres muestras del suelo, se los colocó en taras, luego se pesó cada muestra antes de meterla al horno por 24 horas.

Al sacar las muestras del horno se las vuelve a pesar y se procesan los datos obtenidos para obtener el porcentaje promedio del contenido de humedad del suelo.

Tabla 27. Contenido de Humedad Promedio

CONTENIDO DE HUMEDAD		
CANTERA	MUESTRA	
	M-1	M-2
N° Tara	223.00	132.00
Wt + M. Humeda (gr)	113.93	122.43
Mt + M. Seca (gr)	98.20	105.16
W agua (gr)	15.73	17.28
Peso Tara	24.50	24.86
W M. Seca (gr)	73.70	80.30

w (%) (4)/(6)*100	21.35	21.51
<b>w (%) promedio</b>	<b>21.43</b>	

Fuente: Elaboración Propia, 2018

## LÍMITES DE ATTERBERG

Tabla 28. Limite Líquido

LIMITE LIQUIDO			
CAPSULA N°	263	311	288
W Suelo Húmedo + capsula (gr)	41.45	39.45	40.52
W Suelo seco + capsula (gr)	38.05	36.15	36.95
w Agua(gr)	3.4	3.3	3.57
W Capsula (gr)	22.14	21.4	21.29
W Suelo seco (gr)	15.91	15.75	15.66
% de humedad	21.37	22.37	22.8
N° de golpes	32	24	19

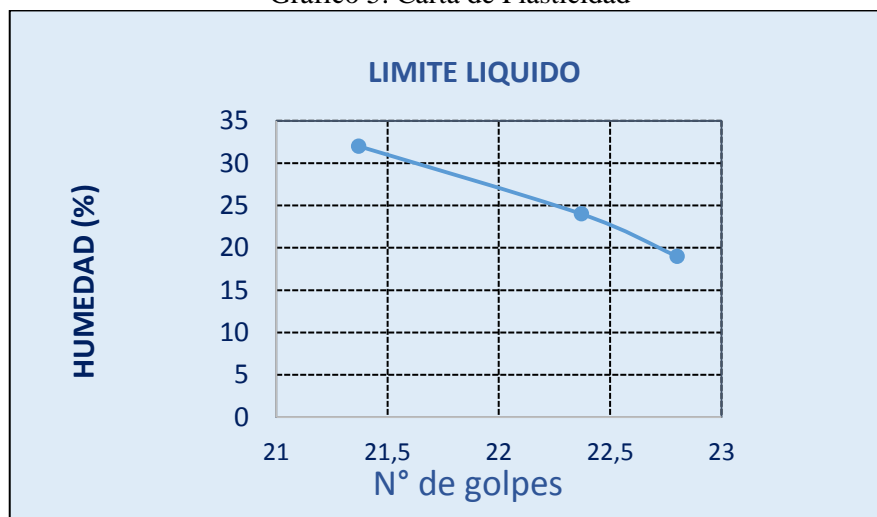
Fuente: Elaboración Propia, 2018

Tabla 29. Limite Plástico

	171
	44.3
	41.71
	2.59
	21.83
	19.88
	13.03
<b>PROMEDIO</b>	<b>23.89</b>

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Gráfico 5. Carta de Plasticidad



Fuente: Elaboración Propia, 2018

Tabla 30. cuadro Resumen. Límites de Atterberg

Limite Líquido.	22.18	Limite Plástico	19.77	Índice de Plasticidad:	9.15
-----------------	-------	-----------------	-------	------------------------	------

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Tabla 31. Clasificación del suelo

CLASIFICACIÓN SUCS	CLASIFICACIÓN AASHTO
ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD <b>CL</b>	LIMOS ARENOSOS INORGÁNICOS, REGULAR A POBRE COMO SUBGRADO <b>A-4(3)</b>

Fuente: Elaboración propia, 2018

### ANEXO N°3: DATOS DE LABORATORIO

#### Resistencia a Compresión

Tabla 32. Muestra SM1 0% de adición de fibra vegetal

DIMENSIONES cm	LARGO(l)	30.5	ANCHO(a)	15	ALTURA(h)	9.5
----------------	----------	------	----------	----	-----------	-----

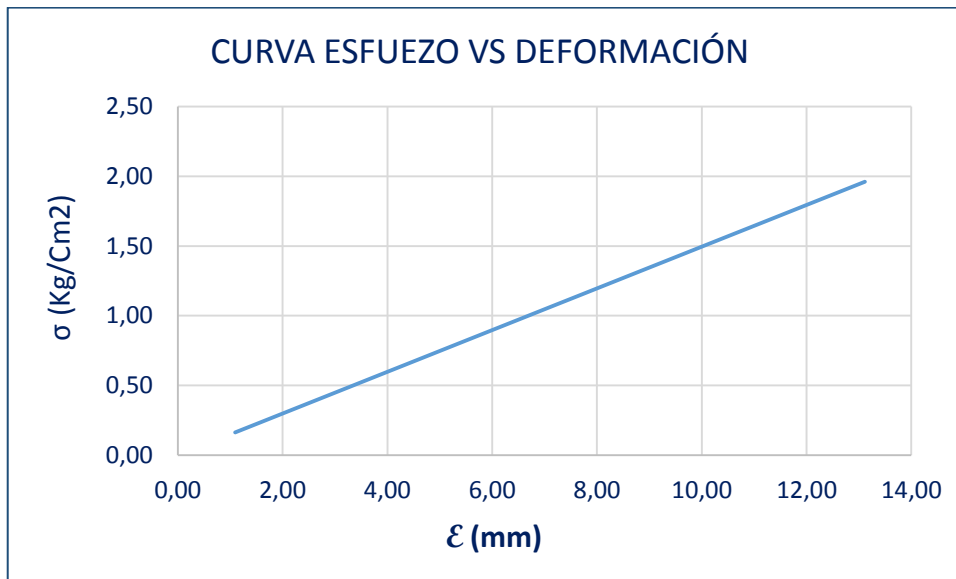
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 33. Resistencia a compresión SM1 0% de adición de fibra vegetal (adobe patrón)

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN (mm)
500	1.09	0.16
1000	2.19	0.33
1500	3.28	0.49
2000	4.37	0.65
2500	5.46	0.82
3000	6.56	0.98
3500	7.65	1.14
4000	8.74	1.31
4500	9.84	1.47
5000	10.93	1.63
5500	12.02	1.80
<b>6000</b>	<b>13.11</b>	<b>1.96</b>

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 6. Esfuerzo vs Deformación SM1 0% de adición de fibra vegetal



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 34. Resistencia a compresión SM1 0% de adición de fibra vegetal (adobe patrón)

DIMENSIONES cm	LARGO(l)	30.4	ANCHO(a)	15.5	altura(h)	9.2
----------------	----------	------	----------	------	-----------	-----

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 35. Resistencia a compresión SM2 0% de adición de fibra vegetal (adobe patrón)

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN (mm)
500.00	1.06	0.16
1000.00	2.12	0.32
1500.00	3.18	0.47
2000.00	4.24	0.63
2500.00	5.31	0.79
3000.00	6.37	0.95
3500.00	7.43	1.11
4000.00	8.49	1.27
4500.00	9.55	1.42
5000.00	10.61	1.58
5500.00	11.67	1.74
6000.00	12.73	1.90
<b>6750.00</b>	<b>14.33</b>	<b>2.13</b>

Fuente: Elaboración propia, 2018



Gráfico 7. Esfuerzo vs deformación SM2 - 0% de adición de fibra vegetal.

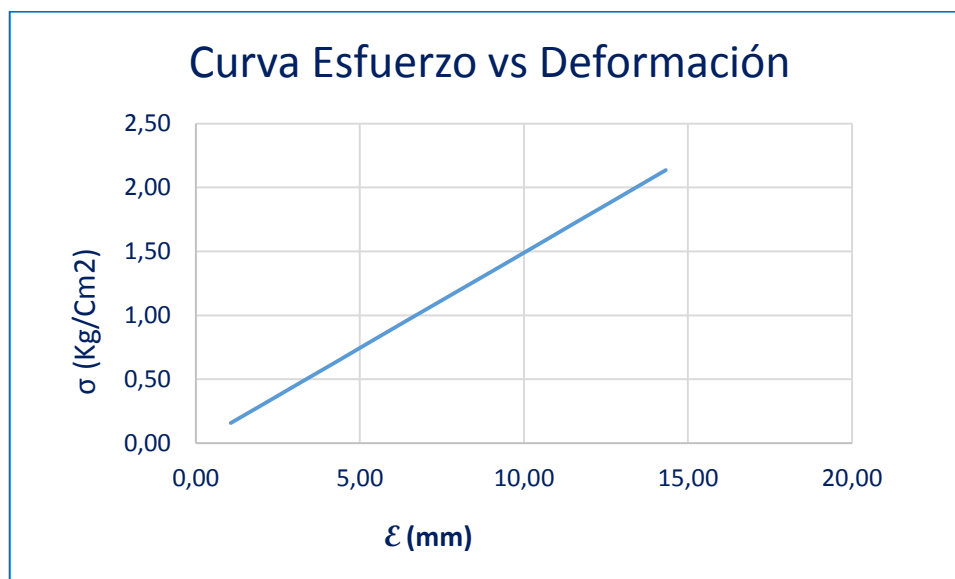


Tabla 36. Muestra SM3 0% de adición de fibra vegetal

DIMENSIONES cm	LARGO(l)	30.4	ANCHO(a)	15.5	altura(h)	9.9
----------------	----------	------	----------	------	-----------	-----

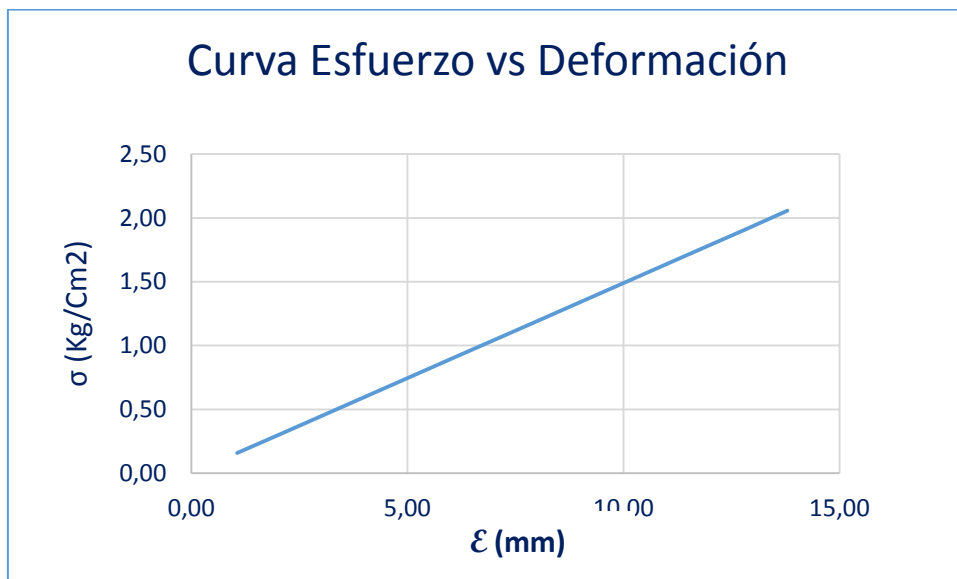
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 37. Resistencia a compresión SM3 0% de adición de fibra vegetal (adobe patrón)

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm2)	DEFORMACIÓN (mm)
500	1.06	0.16
1000	2.12	0.32
1500	3.18	0.47
2000	4.24	0.63
2500	5.31	0.79
3000	6.37	0.95
3500	7.43	1.11
4000	8.49	1.27
4500	9.55	1.42
5000	10.61	1.58
5500	11.67	1.74
6000	12.73	1.90
6500	13.79	2.06

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 8. Esfuerzo vs deformación SM3 - 0% de adición de fibra vegetal.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 38. Muestra SM4 0% de adición de fibra vegetal

DIMENSIONES cm	LARGO(l)	30	ANCHO(a)	15.3	altura(h)	9.5
----------------	----------	----	----------	------	-----------	-----

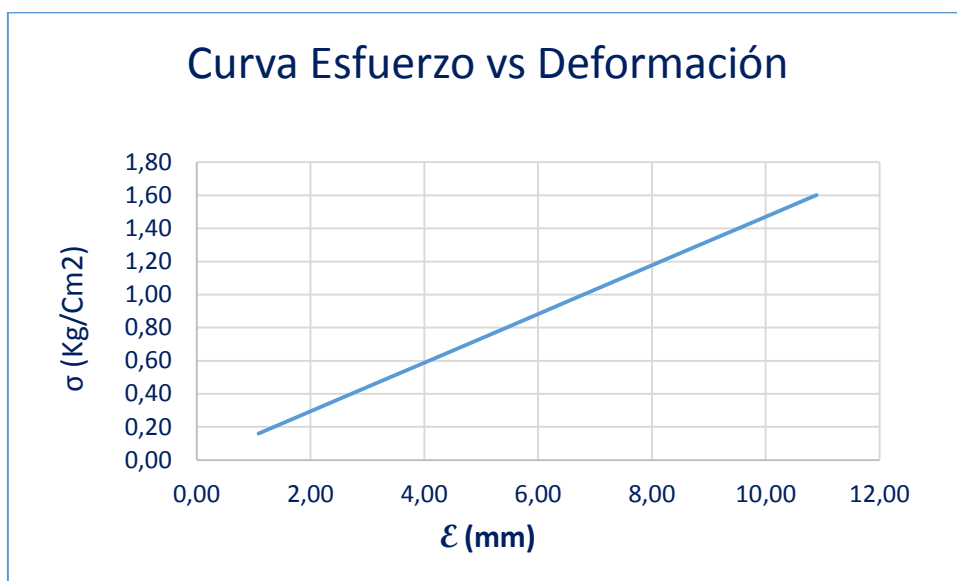
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 39. Resistencia a compresión SM4 0% de adición de fibra vegetal (adobe patrón)

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm2)	DEFORMACIÓN (mm)
500	1.09	0.16
1000	2.18	0.32
1500	3.27	0.48
2000	4.36	0.64
2500	5.45	0.80
3000	6.54	0.96
3500	7.63	1.12
4000	8.71	1.28
4500	9.80	1.44
5000	10.89	1.60

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 9. Esfuerzo vs deformación SM4 - 0% de adición de fibra vegetal.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 40. Muestra SM5 0% de adición de fibra vegetal

DIMENSIONES cm	LARGO(l)	30	ANCHO(a)	15.3	altura(h)	9.5
----------------	----------	----	----------	------	-----------	-----

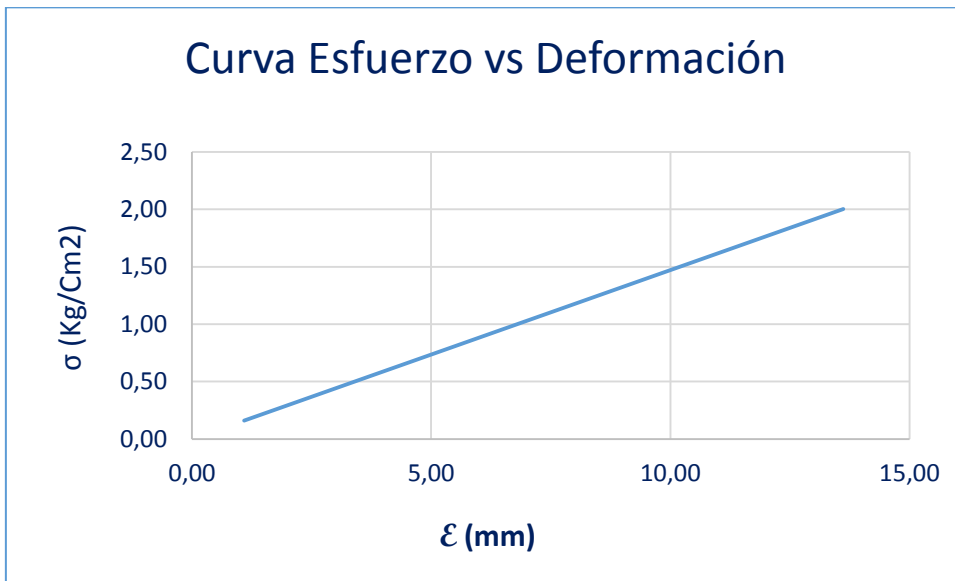
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 41. Resistencia a compresión SM5 0% de adición de fibra vegetal (adobe patrón)

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm2)	DEFORMACIÓN (mm)
500	1.09	0.16
1000	2.18	0.32
1500	3.27	0.48
2000	4.36	0.64
2500	5.45	0.80
3000	6.54	0.96
3500	7.63	1.12
4000	8.71	1.28
4500	9.80	1.44
5000	10.89	1.60
5500	11.98	1.76
6250	13.62	2.00

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 10. Esfuerzo vs deformación SM5 - 0% de adición de fibra vegetal.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 42. Muestra (P1) 2% adición de hojas de pino

DIMENSIONES cm	LARGO(l)	30.01	ANCHO(a)	15.2	altura(h)	10.1
----------------	----------	-------	----------	------	-----------	------

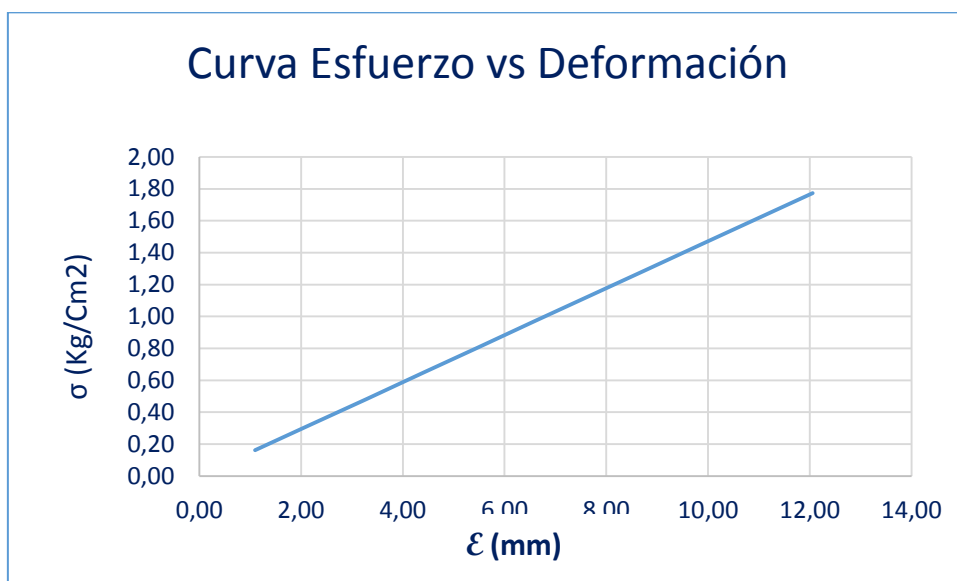
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 43. Resistencia a compresión (P1) 2% adición hojas de pino

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN (mm)
500	1.10	0.16
1000	2.19	0.32
1500	3.29	0.48
2000	4.38	0.64
2500	5.48	0.81
3000	6.58	0.97
3500	7.67	1.13
4000	8.77	1.29
4500	9.87	1.45
5000	10.96	1.61
5500	12.06	1.77

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 11. Esfuerzo vs deformación (P1) 2% adición hojas de pino.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 44. Muestra (P2) 2% adición de hojas de pino

DIMENSIONES cm	LARGO(l)	30.2	ANCHO(a)	15.2	altura(h)	10.2
----------------	----------	------	----------	------	-----------	------

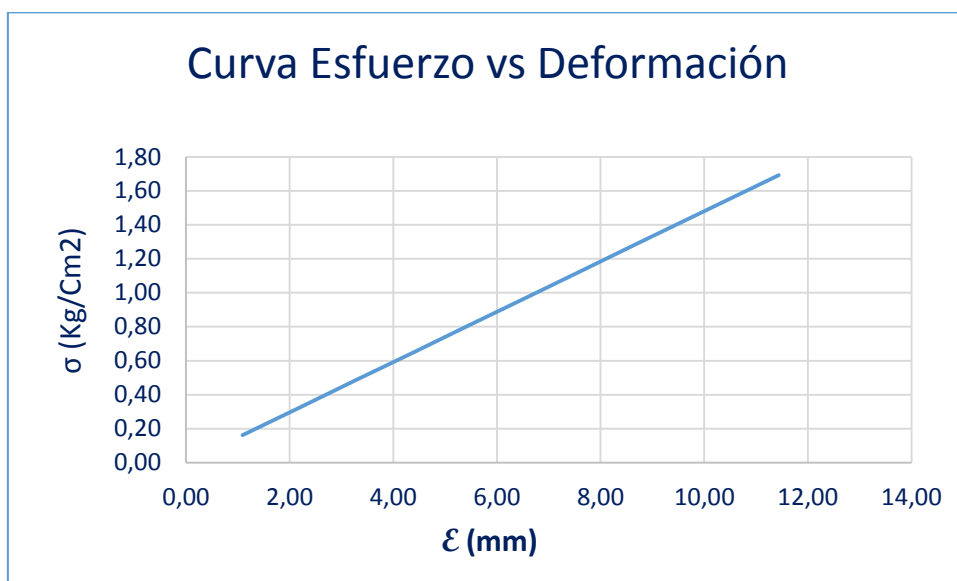
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 45. Resistencia a compresión (P2) 2% adición hojas de pino

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm²)	DEFORMACIÓN (mm)
500	1.09	0.16
1000	2.18	0.32
1500	3.27	0.48
2000	4.36	0.64
2500	5.45	0.81
3000	6.54	0.97
3500	7.62	1.13
4000	8.71	1.29
4500	9.80	1.45
5250	11.44	1.69

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 12. Esfuerzo vs deformación (P2) 2% adición hojas de pino.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 46. Muestra (P3) 2% adición de hojas de pino

DIMENSIONES cm	LARGO(l)	30.1	ANCHO(a)	15.1	altura(h)	10.3
----------------	----------	------	----------	------	-----------	------

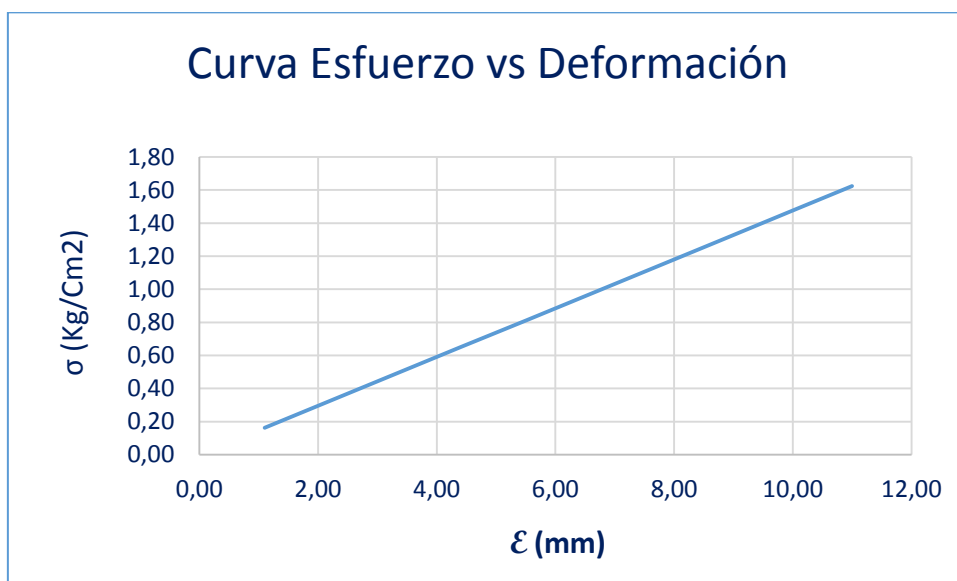
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 47. Resistencia a compresión (P3) 2% adición hojas de pino

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm2)	DEFORMACIÓN (mm)
500	1.10	0.16
1000	2.20	0.32
1500	3.30	0.49
2000	4.40	0.65
2500	5.50	0.81
3000	6.60	0.97
3500	7.70	1.14
4000	8.80	1.30
4500	9.90	1.46
5000	11.00	1.62

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 13. Esfuerzo vs deformación (P3) 2% adición hojas de pino.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 48. Muestra (P4) 2% adición de hojas de pino

DIMENSIONES cm	LARGO(l)	30	ANCHO(a)	15.1	altura(h)	10.1
----------------	----------	----	----------	------	-----------	------

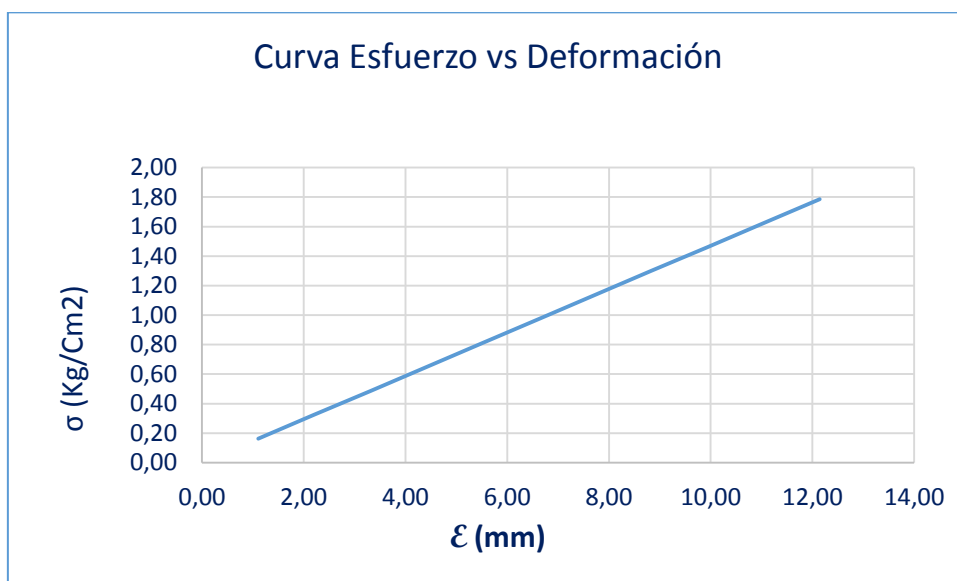
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 49. Resistencia a compresión (P4) 2% adición hojas de pino

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN (mm)
500	1.10	0.16
1000	2.21	0.32
1500	3.31	0.49
2000	4.42	0.65
2500	5.52	0.81
3000	6.62	0.97
3500	7.73	1.14
4000	8.83	1.30
4500	9.93	1.46
5000	11.04	1.62
5500	12.14	1.79
6250	13.80	2.03

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 14. Esfuerzo vs deformación (P4) 2% adición hojas de pino.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 50. Muestra (P5) 2% adición de hojas de pino

DIMENSIONES cm	LARGO(l)	30.1	ANCHO(a)	15	altura(h)	10.1
----------------	----------	------	----------	----	-----------	------

Fuente: Elaboración propia, 2018

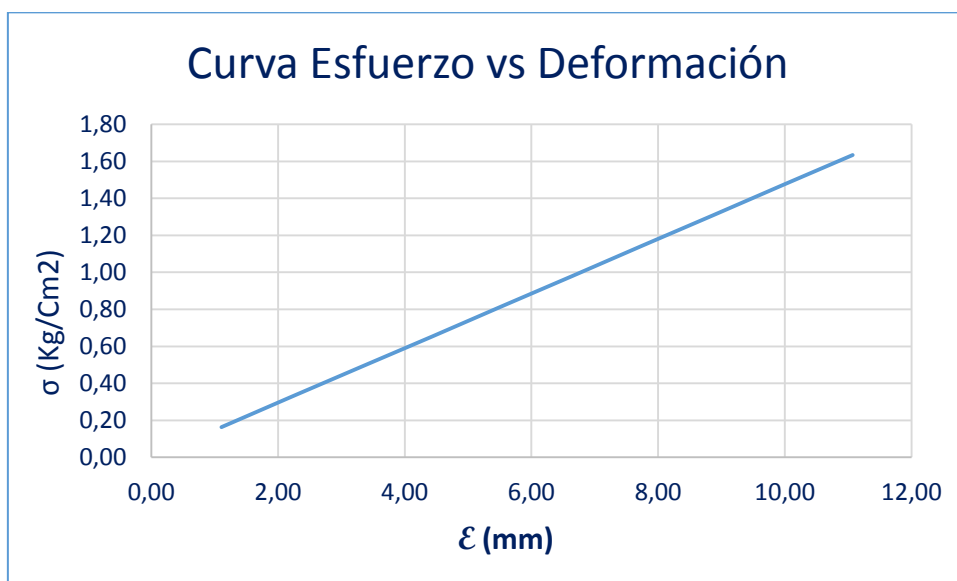
Tabla 51. Resistencia a compresión (P5) 2% adición hojas de pino

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm2)	DEFORMACIÓN (mm)
500	1.11	0.16
1000	2.21	0.33
1500	3.32	0.49
2000	4.43	0.65
2500	5.54	0.82
3000	6.64	0.98
3500	7.75	1.14
4000	8.86	1.31
4500	9.97	1.47
5000	11.07	1.63

Fuente: Elaboración propia, 2018



Gráfico 15. Esfuerzo vs deformación (P5) 2% adición hojas de pino.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 52. Muestra (P1) 3% adición de hojas de pino

DIMENSIONES cm	LARGO(l)	30.3	ANCHO(a)	15.2	altura(h)	10.3
----------------	----------	------	----------	------	-----------	------

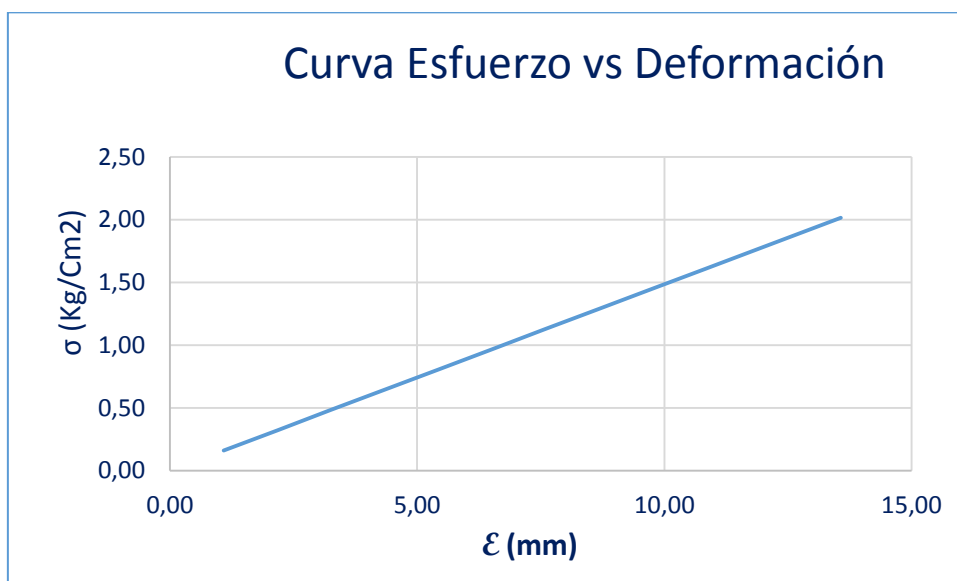
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 53. Resistencia a compresión (P1) 3% adición hojas de pino

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm2)	DEFORMACIÓN (mm)
500	1.09	0.16
1000	2.17	0.32
1500	3.26	0.48
2000	4.34	0.64
2500	5.43	0.81
3000	6.51	0.97
3500	7.60	1.13
4000	8.69	1.29
4500	9.77	1.45
5000	10.86	1.61
5500	11.94	1.77
6250	13.57	2.02

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 16. Esfuerzo vs deformación (P1) 3% adición hojas de pino.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 54. Muestra (P2) 3% adición de hojas de pino

DIMENSIONES cm	LARGO(l)	30.2	ANCHO(a)	15.3	altura(h)	10.3
----------------	----------	------	----------	------	-----------	------

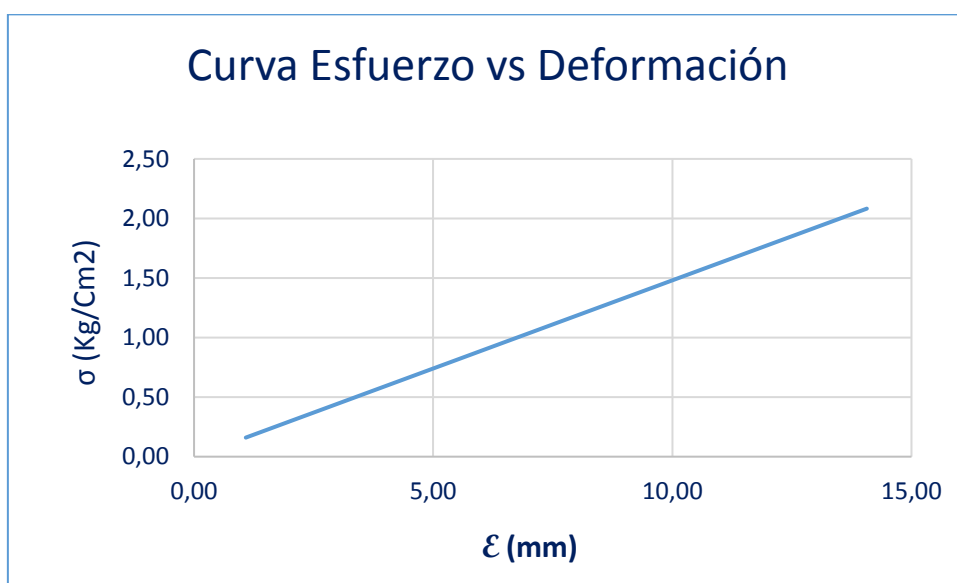
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 55. Resistencia a compresión (P2) 3% adición hojas de pino

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm²)	DEFORMACIÓN (mm)
500	1.08	0.16
1000	2.16	0.32
1500	3.25	0.48
2000	4.33	0.64
2500	5.41	0.80
3000	6.49	0.96
3500	7.57	1.12
4000	8.66	1.28
4500	9.74	1.44
5000	10.82	1.60
5500	11.90	1.76
6000	12.99	1.92
6500	14.07	2.08

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 17. Esfuerzo vs deformación (P2) 3% adición hojas de pino.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 56. Muestra (P3) 3% adición de hojas de pino

DIMENSIONES cm	LARGO(l)	30	ANCHO(a)	15.2	altura(h)	10.4
----------------	----------	----	----------	------	-----------	------

Fuente: Elaboración propia, 2018

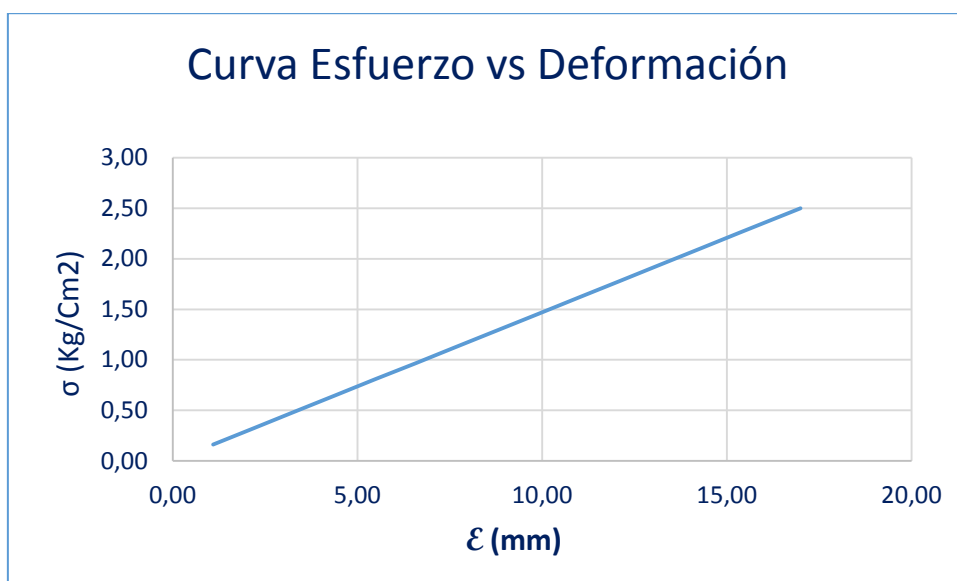
Tabla 57. Resistencia a compresión (P3) 3% adición hojas de pino

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm2)	DEFORMACIÓN (mm)
500	1.10	0.16
1000	2.19	0.32
1500	3.29	0.48
2000	4.39	0.64
2500	5.48	0.81
3000	6.58	0.97
3500	7.68	1.13
4000	8.77	1.29
4500	9.87	1.45
5000	10.96	1.61
5500	12.06	1.77
6000	13.16	1.93
6500	14.25	2.10
7000	15.35	2.26
7750	17.00	2.50

Fuente: Elaboración propia, 2018



Gráfico 18. Esfuerzo vs deformación (P2) 3% adición hojas de pino.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 58. Muestra (P4) 3% adición de hojas de pino

DIMENSIONES cm	LARGO(l)	30.5	ANCHO(a)	15.2	altura(h)	10.4
----------------	----------	------	----------	------	-----------	------

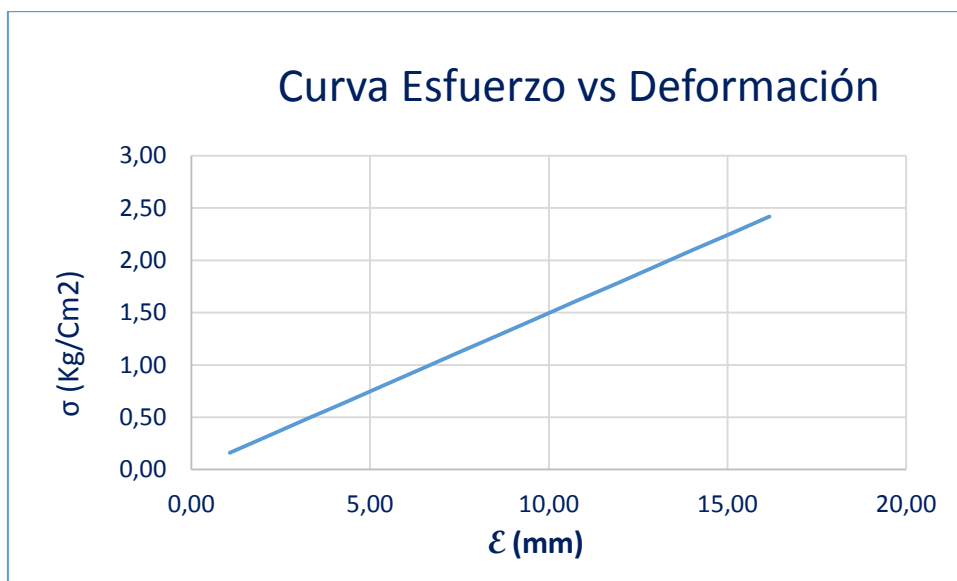
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 59. Resistencia a compresión (P4) 3% adición hojas de pino

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm2)	DEFORMACIÓN (mm)
500	1.08	0.16
1000	2.16	0.32
1500	3.24	0.48
2000	4.31	0.64
2500	5.39	0.81
3000	6.47	0.97
3500	7.55	1.13
4000	8.63	1.29
4500	9.71	1.45
5000	10.79	1.61
5500	11.86	1.77
6000	12.94	1.93
6500	14.02	2.10
7000	15.10	2.26
7500	16.18	2.42

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 19. Esfuerzo vs deformación (P4) 3% adición hojas de pino.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 60. Muestra (P5) 3% adición de hojas de pino

DIMENSIONES cm	LARGO(l)	30.3	ANCHO(a)	15.5	altura(h)	10.2
----------------	----------	------	----------	------	-----------	------

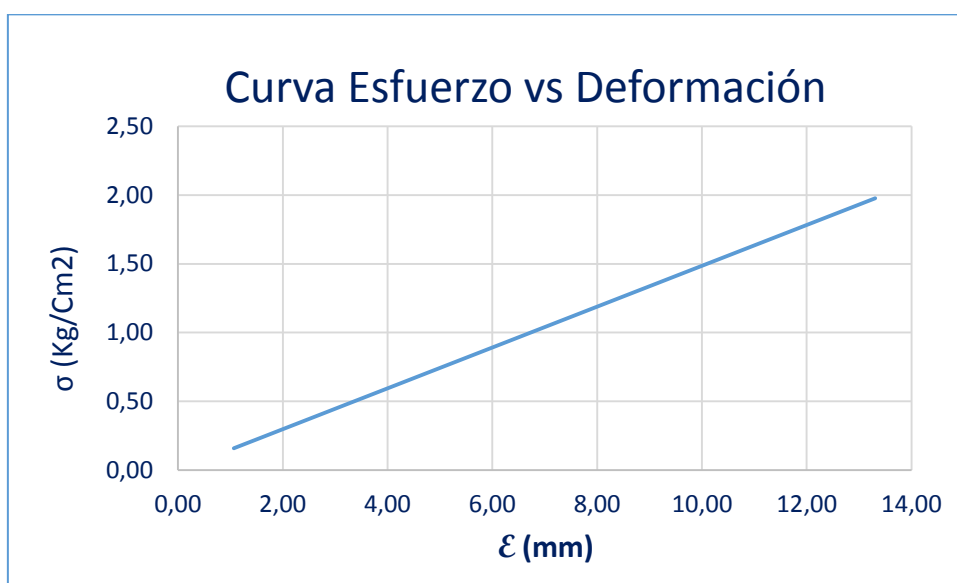
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 61. Resistencia a compresión (P5) 3% adición hojas de pino

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm²)	DEFORMACIÓN (mm)
500	1.06	0.16
1000	2.13	0.32
1500	3.19	0.47
2000	4.26	0.63
2500	5.32	0.79
3000	6.39	0.95
3500	7.45	1.11
4000	8.52	1.27
4500	9.58	1.42
5000	10.65	1.58
5500	11.71	1.74
6250	13.31	1.98

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 20. Esfuerzo vs deformación (P5) 3% adición hojas de pino.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 62. Muestra (A1) 3% adición de aserrín

DIMENSIONES cm	LARGO(l)	30.01	ANCHO(a)	15	altura(h)	9.7
----------------	----------	-------	----------	----	-----------	-----

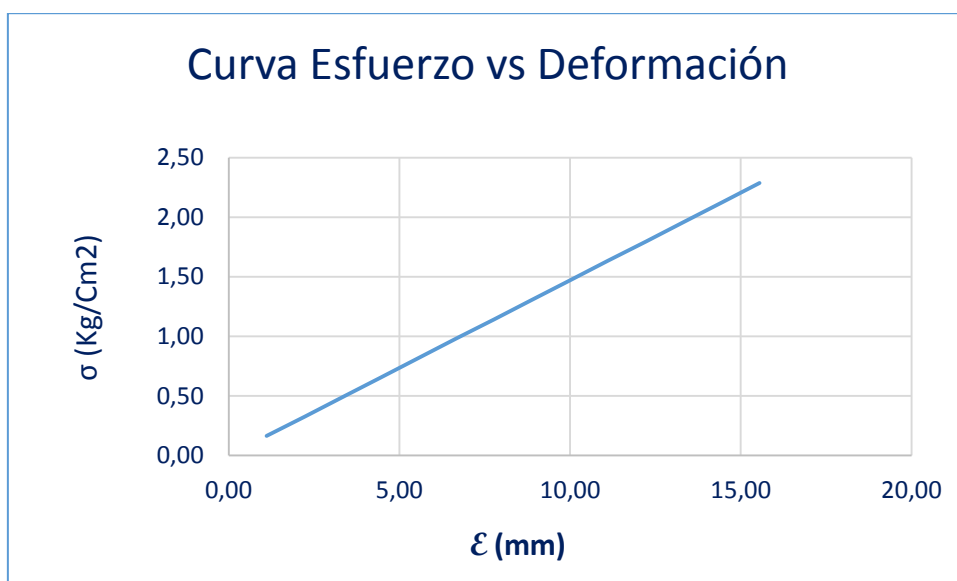
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 63. Resistencia a compresión (A1) 3% adición de aserrín

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN (mm)
500	1.11	0.16
1000	2.22	0.33
1500	3.33	0.49
2000	4.44	0.65
2500	5.55	0.82
3000	6.66	0.98
3500	7.78	1.14
4000	8.89	1.31
4500	10.00	1.47
5000	11.11	1.63
5500	12.22	1.80
6000	13.33	1.96
6500	14.44	2.12
7000	15.55	2.29
7500	16.66	2.45

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 21. Esfuerzo vs deformación (A1) 3% adición de aserrín.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 64. Muestra (A2) 3% adición de aserrín

DIMENSIONES cm	LARGO(l)	29.8	ANCHO(a)	15.2	altura(h)	9.8
----------------	----------	------	----------	------	-----------	-----

Fuente: Elaboración propia, 2018

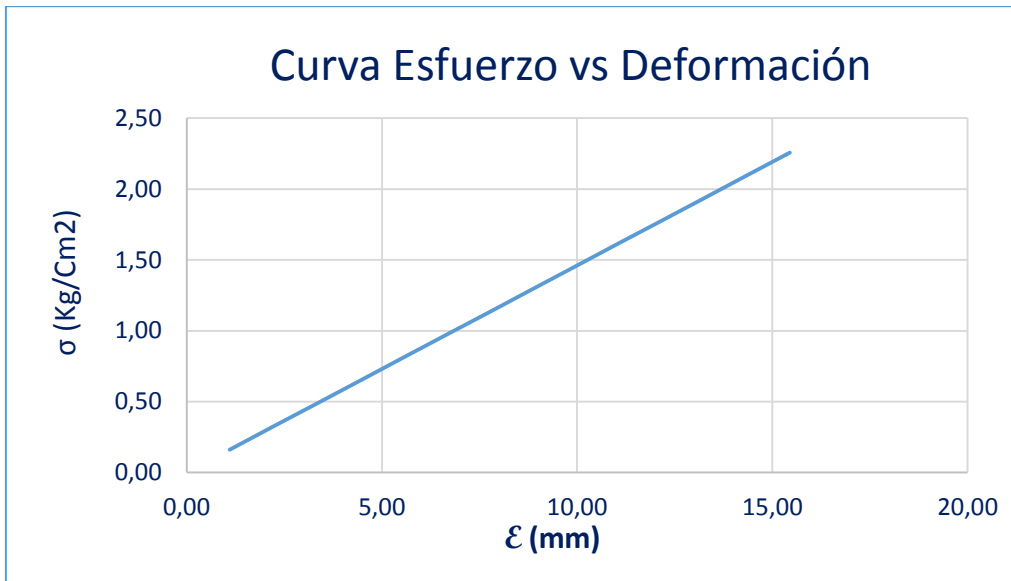
Tabla 65. Resistencia a compresión (A2) 3% adición de aserrín

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm²)	DEFORMACIÓN (mm)
500	1.10	0.16
1000	2.21	0.32
1500	3.31	0.48
2000	4.42	0.64
2500	5.52	0.81
3000	6.62	0.97
3500	7.73	1.13
4000	8.83	1.29
4500	9.93	1.45
5000	11.04	1.61
5500	12.14	1.77
6000	13.25	1.93
6500	14.35	2.10
7000	15.45	2.26

Fuente: Elaboración propia, 2018



Gráfico 22. Esfuerzo vs deformación (A2) 3% adición de aserrín.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 66. Muestra (A3) 3% adición de aserrín

DIMENSIONES cm	LARGO(l)	29.7	ANCHO(a)	15	altura(h)	10
----------------	----------	------	----------	----	-----------	----

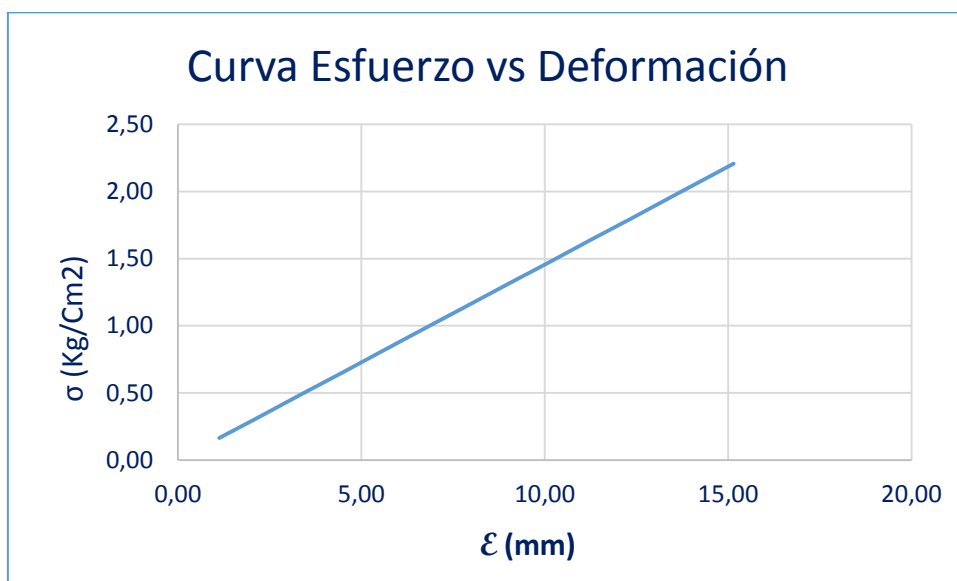
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 67. Resistencia a compresión (A3) 3% adición de aserrín

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm²)	DEFORMACIÓN (mm)
500	1.12	0.16
1000	2.24	0.33
1500	3.37	0.49
2000	4.49	0.65
2500	5.61	0.82
3000	6.73	0.98
3500	7.86	1.14
4000	8.98	1.31
4500	10.10	1.47
5000	11.22	1.63
5500	12.35	1.80
6000	13.47	1.96
6750	15.15	2.21

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 23. Gráfico Esfuerzo vs deformación (A3) 3% adición de aserrín.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 68. Muestra (A4) 3% adición de aserrín

DIMENSIONES cm	LARGO(l)	29.9	ANCHO(a)	15.3	altura(h)	9.8
----------------	----------	------	----------	------	-----------	-----

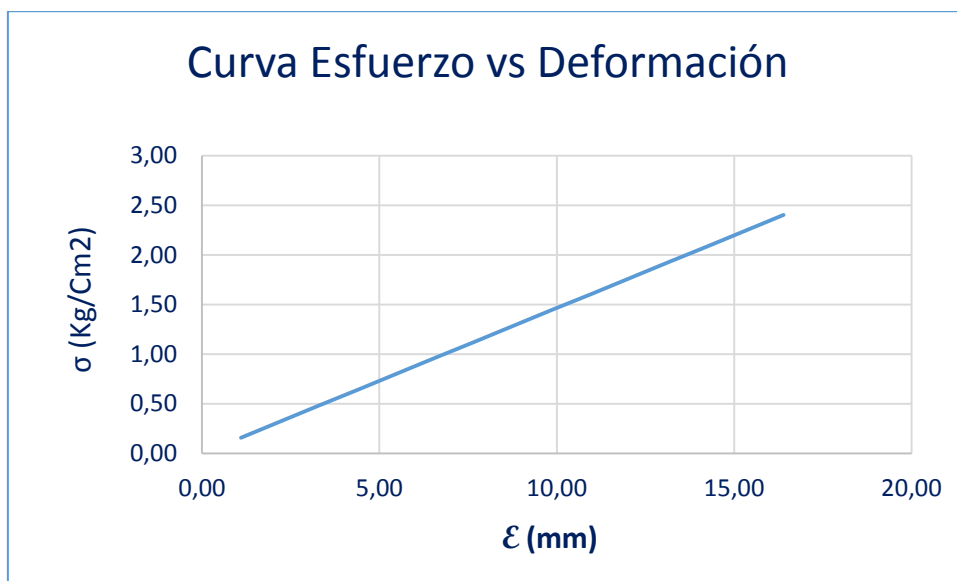
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 69. Resistencia a compresión (A4) 3% adición de aserrín

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN (mm)
500	1.09	0.16
1000	2.19	0.32
1500	3.28	0.48
2000	4.37	0.64
2500	5.46	0.80
3000	6.56	0.96
3500	7.65	1.12
4000	8.74	1.28
4500	9.84	1.44
5000	10.93	1.60
5500	12.02	1.76
6000	13.12	1.92
6500	14.21	2.08
7000	15.30	2.24
7500	16.39	2.40

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 24. Esfuerzo vs deformación (A4) 3% adición de aserrín.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 70. Muestra (A5) 3% adición de aserrín

DIMENSIONES cm	LARGO(l)	30	ANCHO(a)	15.2	altura(h)	10
----------------	----------	----	----------	------	-----------	----

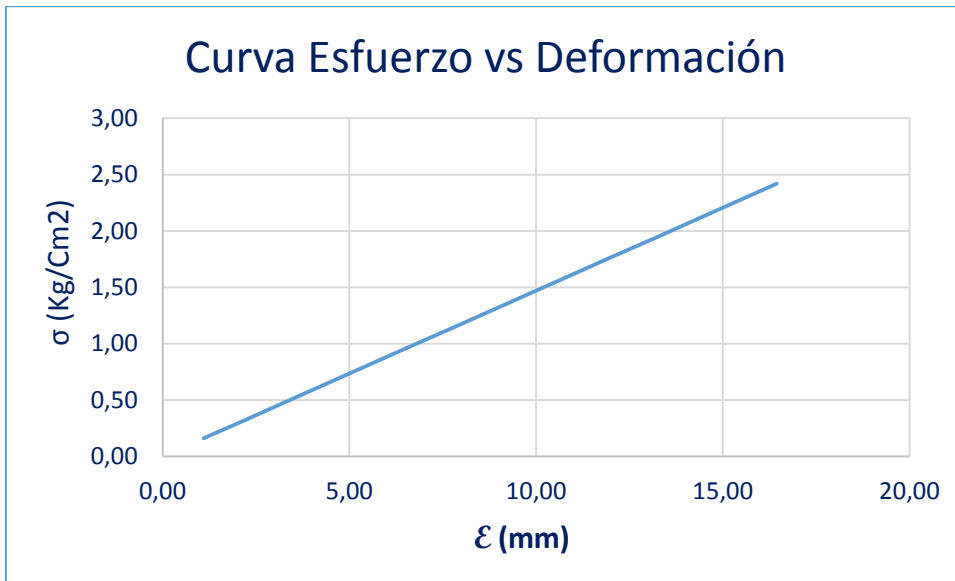
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 71. Resistencia a compresión (A5) 3% adición de aserrín

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm²)	DEFORMACIÓN (mm)
500	1.10	0.16
1000	2.19	0.32
1500	3.29	0.48
2000	4.39	0.64
2500	5.48	0.81
3000	6.58	0.97
3500	7.68	1.13
4000	8.77	1.29
4500	9.87	1.45
5000	10.96	1.61
5500	12.06	1.77
6000	13.16	1.93
6500	14.25	2.10
7000	15.35	2.26
7500	16.45	2.42

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 25. Esfuerzo vs deformación (A5) 3% adición de aserrín.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 72. Muestra (A1) 5% adición de aserrín

DIMENSIONES cm	LARGO(l)	30.01	ANCHO(a)	15.2	altura(h)	9.5
----------------	----------	-------	----------	------	-----------	-----

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 73. Resistencia a compresión (A1) 5% adición de aserrín

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm²)	DEFORMACIÓN (mm)
500	1.10	0.16
1000	2.19	0.32
1500	3.29	0.48
2000	4.38	0.64
2500	5.48	0.81
3000	6.58	0.97
3500	7.67	1.13
4000	8.77	1.29
4500	9.87	1.45
5000	10.96	1.61
5750	12.61	1.85

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 26. Esfuerzo vs deformación (A1) 5% adición de aserrín.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 74. Muestra (A2) 5% adición de aserrín

DIMENSIONES cm	LARGO(l)	29.8	ANCHO(a)	15.1	altura(h)	9.6
----------------	----------	------	----------	------	-----------	-----

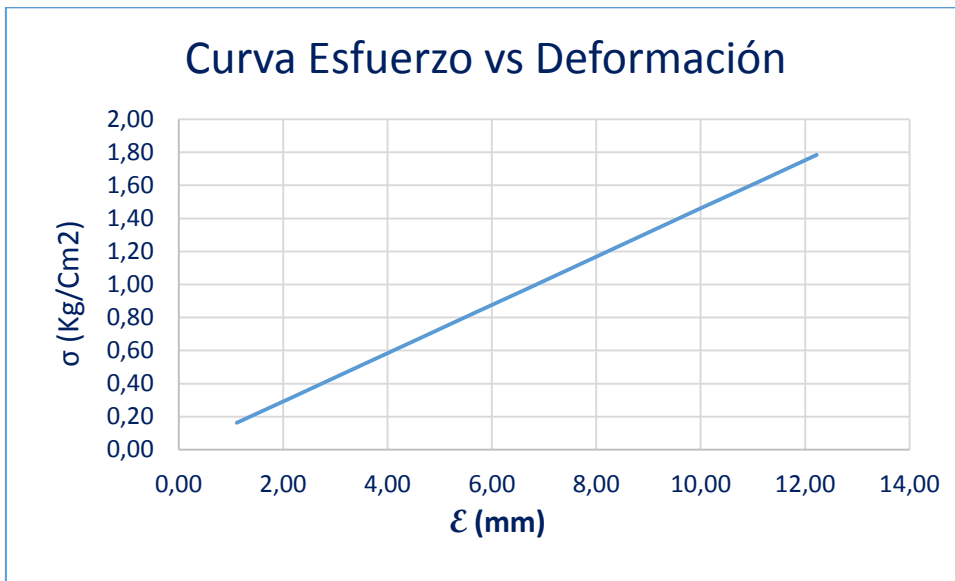
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 75. Resistencia a compresión (A2) 5% adición de aserrín

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm2)	DEFORMACIÓN (mm)
500	1.11	0.16
1000	2.22	0.32
1500	3.33	0.49
2000	4.44	0.65
2500	5.56	0.81
3000	6.67	0.97
3500	7.78	1.14
4000	8.89	1.30
4500	10.00	1.46
5000	11.11	1.62
5500	12.22	1.79

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 27. Esfuerzo vs deformación (A2) 5% adición de aserrín.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 76. Muestra (A3) 5% adición de aserrín

DIMENSIONES cm	LARGO(l)	30.2	ANCHO(a)	15.2	altura(h)	9.8
----------------	----------	------	----------	------	-----------	-----

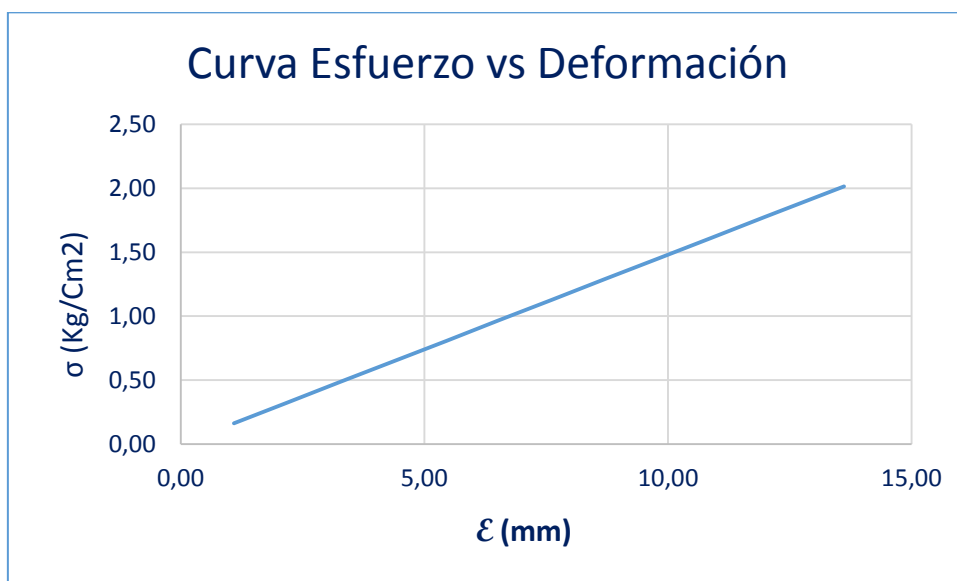
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 77. Resistencia a compresión (A3) 5% adición de aserrín

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN (mm)
500	1.09	0.16
1000	2.18	0.32
1500	3.27	0.48
2000	4.36	0.64
2500	5.45	0.81
3000	6.54	0.97
3500	7.62	1.13
4000	8.71	1.29
4500	9.80	1.45
5000	10.89	1.61
5500	11.98	1.77
6250	13.62	2.02

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 28. Esfuerzo vs deformación (A3) 5% adición de aserrín.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 78. Muestra (A4) 5% adición de aserrín

DIMENSIONES cm	LARGO(l)	30.1	ANCHO(a)	15.3	altura(h)	9.6
----------------	----------	------	----------	------	-----------	-----

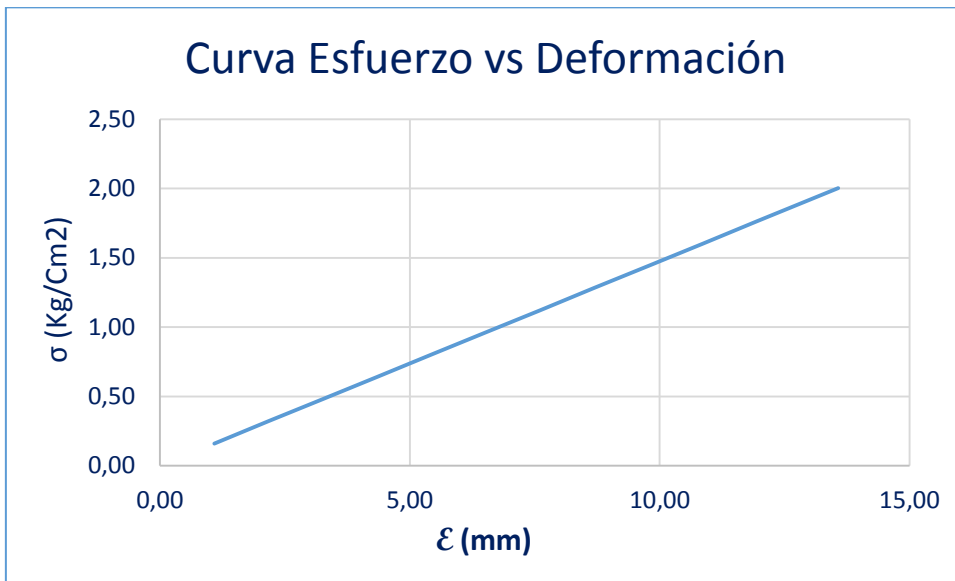
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 79. Resistencia a compresión (A4) 5% adición de aserrín

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN (mm)
500	1.09	0.16
1000	2.17	0.32
1500	3.26	0.48
2000	4.34	0.64
2500	5.43	0.80
3000	6.51	0.96
3500	7.60	1.12
4000	8.69	1.28
4500	9.77	1.44
5000	10.86	1.60
5500	11.94	1.76
6250	13.57	2.00

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 29. Esfuerzo vs deformación (A4) 5% adición de aserrín.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 80. Muestra (A5) 5% adición de aserrín

DIMENSIONES cm	LARGO(l)	30	ANCHO(a)	15.3	altura(h)	9.6
----------------	----------	----	----------	------	-----------	-----

Fuente: Elaboración propia, 2018

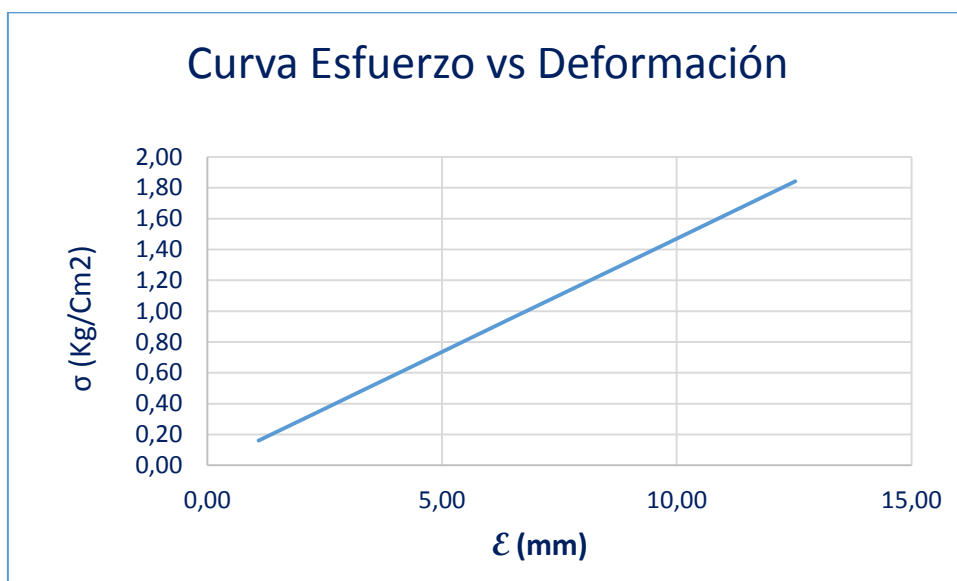
Tabla 81. Resistencia a compresión (A5) 5% adición de aserrín

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm2)	DEFORMACIÓN (mm)
500	1.09	0.16
1000	2.18	0.32
1500	3.27	0.48
2000	4.36	0.64
2500	5.45	0.80
3000	6.54	0.96
3500	7.63	1.12
4000	8.71	1.28
4500	9.80	1.44
5000	10.89	1.60
5750	12.53	1.84

Fuente: Elaboración propia, 2018



Gráfico 30. Esfuerzo vs deformación (A5) 5% adición de aserrín.



Fuente: Elaboración propia, 2018

### Resistencia a Flexión

Tabla 82. Muestra SM1 0% de adición de fibra vegetal

DIMENSIONES cm	DISTANCIA ENTRE APOYOS (L)	30.47	ANCHO(B)	15.47	ESPESO(D)	9.17
----------------	----------------------------	-------	----------	-------	-----------	------

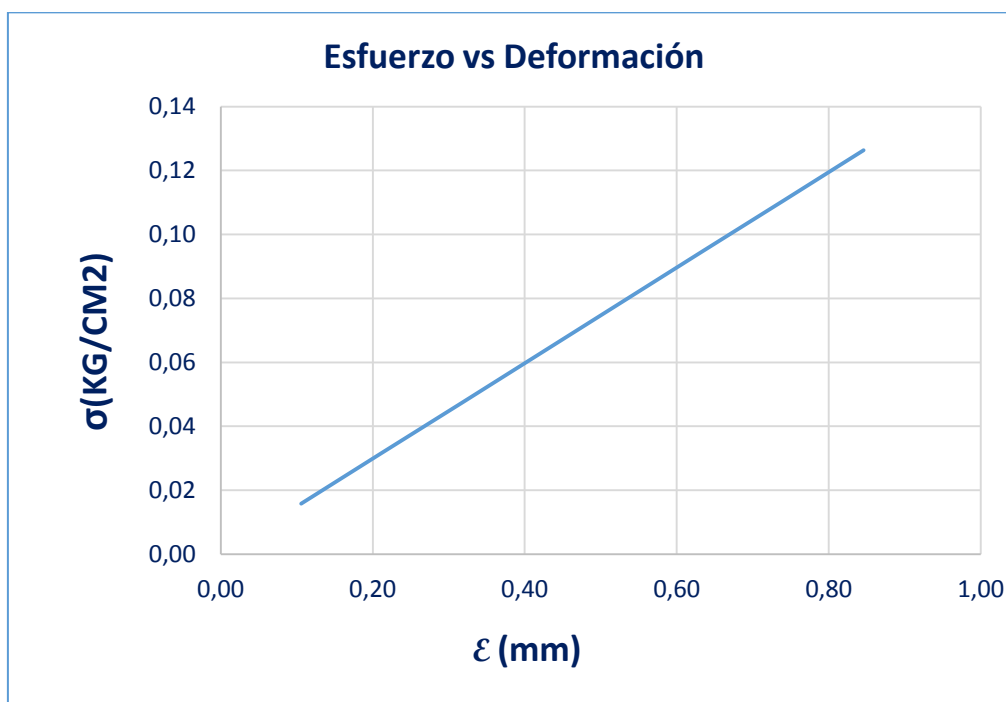
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 83. Resistencia a flexión SM1 0% de adición de fibra vegetal (adobe patrón)

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm²)	DEFORMACIÓN (mm)
5	0.11	0.02
10	0.21	0.03
15	0.32	0.05
20	0.42	0.06
25	0.53	0.08
30	0.63	0.09
35	0.74	0.11
40	0.85	0.13

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 31. Esfuerzo vs Deformación SM1 0% adición de fibra vegetal



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 84. Muestra SM2 0% de adición de fibra vegetal

DIMENSIONES cm	DISTANCIA ENTRE APOYOS (L)	30.4	ANCHO(B)	15.6	ESPESO(D)	9.37
----------------	----------------------------	------	----------	------	-----------	------

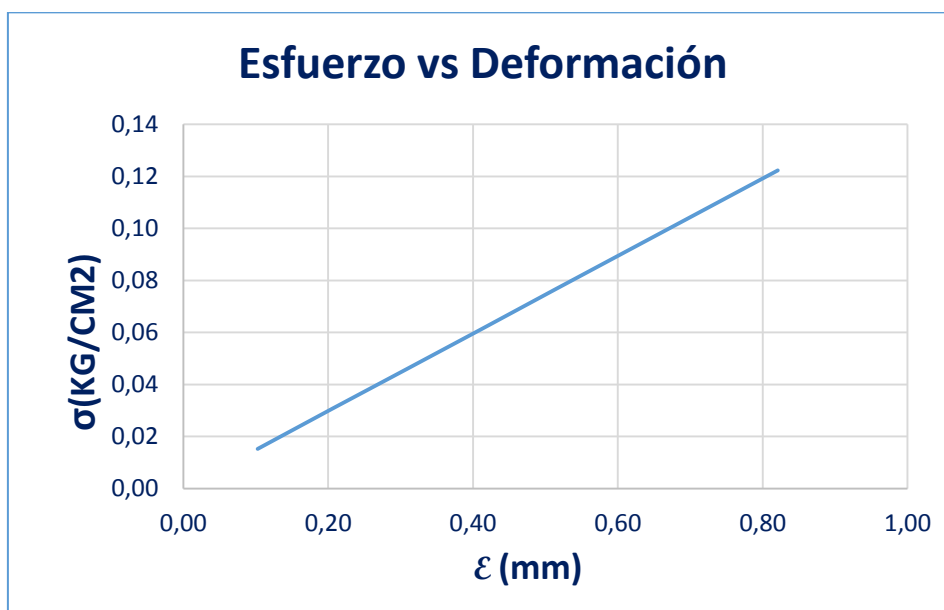
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 85. Resistencia a flexión SM2 0% de adición de fibra vegetal (adobe patrón)

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm²)	DEFORMACIÓN (mm)
5	0.10	0.02
10	0.21	0.03
15	0.31	0.05
20	0.41	0.06
25	0.51	0.08
30	0.62	0.09
35	0.72	0.11
40	0.82	0.12

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 32. Esfuerzo vs Deformación SM2 0% adición de fibra vegetal



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 86. Muestra SM3 0% de adición de fibra vegetal

DIMENSIONES cm	DISTANCIA ENTRE APOYOS (L)	30.33	ANCHO(B)	15.53	ESPESO(D)	9.37
----------------	----------------------------	-------	----------	-------	-----------	------

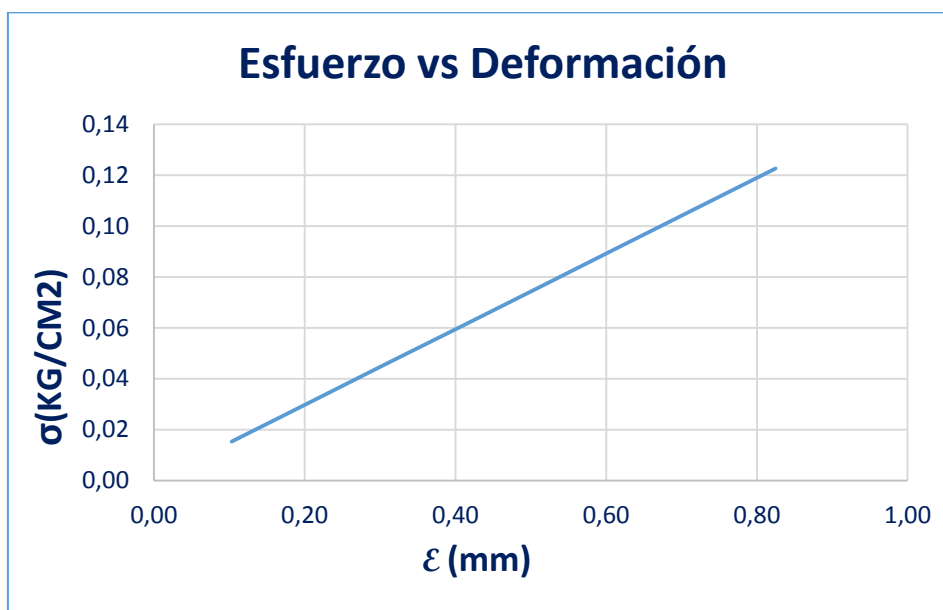
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 87. Resistencia a flexión SM3 0% de adición de fibra vegetal (adobe patrón)

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN (mm)
5	0.10	0.02
10	0.21	0.03
15	0.31	0.05
20	0.41	0.06
25	0.52	0.08
30	0.62	0.09
35	0.72	0.11
40	0.82	0.12

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 33. Esfuerzo vs Deformación SM3 0% adición de fibra vegetal



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 88. Muestra MS4 0% de adición de fibra vegetal

DIMENSIONES cm	DISTANCIA ENTRE APOYOS (L)	30.43	ANCHO(B)	15.47	ESPESO(D)	9.33
----------------	----------------------------	-------	----------	-------	-----------	------

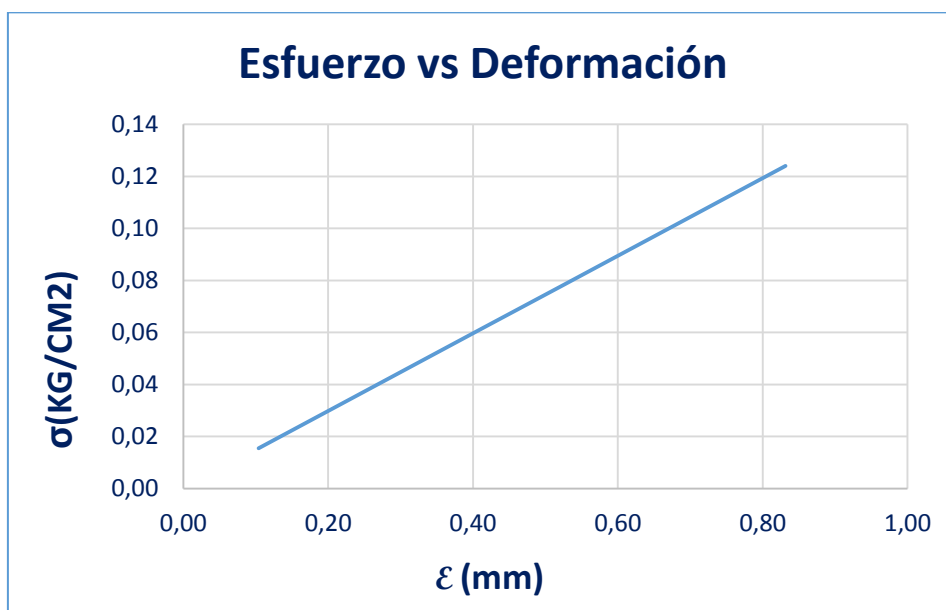
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 89. Resistencia a flexión SM4 0% de adición de fibra vegetal (adobe patrón)

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN (mm)
5	0.10	0.02
10	0.21	0.03
15	0.31	0.05
20	0.42	0.06
25	0.52	0.08
30	0.62	0.09
35	0.73	0.11
40	0.83	0.12

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 34. Esfuerzo vs Deformación SM4 0% adición de fibra vegetal



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 90. Muestra SM5 0% de adición de fibra vegetal

DIMENSIONES cm	DISTANCIA ENTRE APOYOS (L)	30.3	ANCHO(B)	15.37	ESPESO(D)	9.43
----------------	----------------------------	------	----------	-------	-----------	------

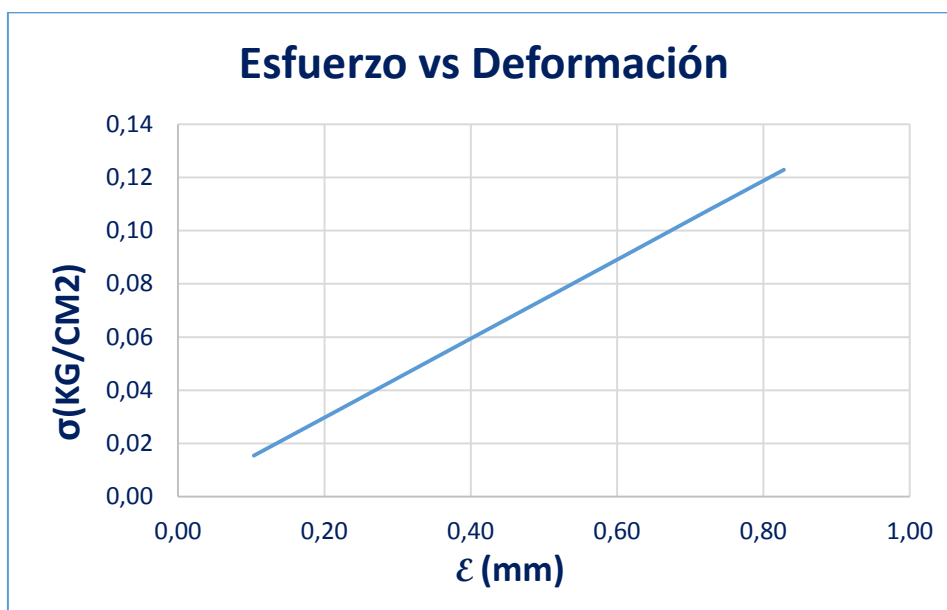
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 91. Resistencia a flexión SM5 0% de adición de fibra vegetal (adobe patrón)

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN (mm)
5	0.10	0.02
10	0.21	0.03
15	0.31	0.05
20	0.41	0.06
25	0.52	0.08
30	0.62	0.09
35	0.72	0.11
40	0.83	0.12

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 35. Esfuerzo vs Deformación SM5 0% adición de fibra vegetal



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 92. Muestra (P1) 2% de adición hojas de pino

DIMENSIONES cm	DISTANCIA ENTRE APOYOS (L)	30.53	ANCHO(B)	15.53	ESPESO(D)	10.33
----------------	----------------------------	-------	----------	-------	-----------	-------

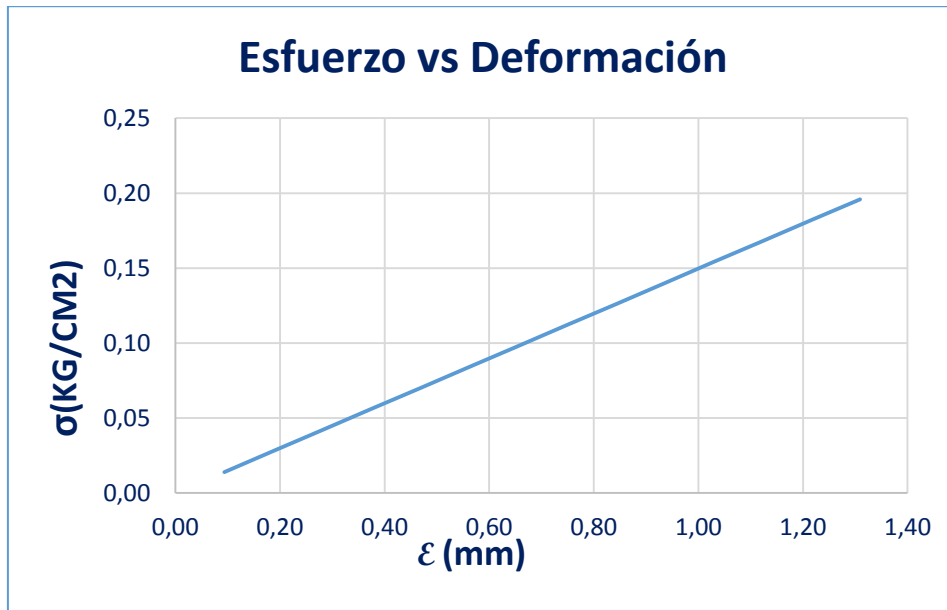
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 93. Resistencia a flexión (P1) 2% adición hojas de pino

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm²)	DEFORMACIÓN (mm)
5	0.09	0.01
10	0.19	0.03
15	0.28	0.04
20	0.37	0.06
25	0.47	0.07
30	0.56	0.08
35	0.65	0.10
40	0.75	0.11
45	0.84	0.13
50	0.94	0.14
55	1.03	0.15
60	1.12	0.17
65	1.22	0.18
70	1.31	0.20

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 36. Esfuerzo vs Deformación (P1) 2% de adición hojas de pino



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 94. Muestra (P2) 2% de adición hojas de pino

DIMENSIONES cm	DISTANCIA ENTRE APOYOS (L)	29.63	ANCHO(B)	14.97	ESPESO(D)	10.47
----------------	----------------------------	-------	----------	-------	-----------	-------

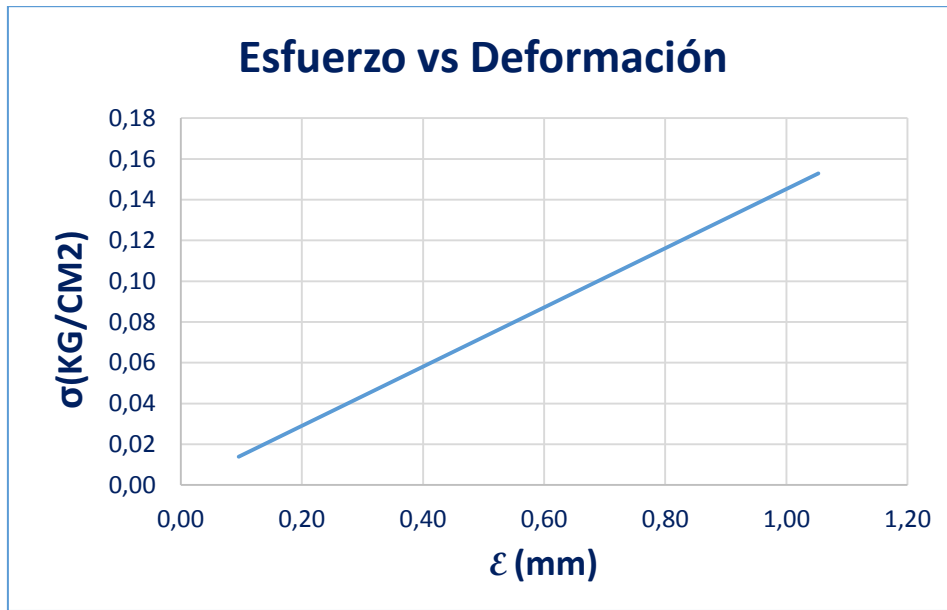
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 95. Resistencia a flexión (P2) 2% adición hojas de pino

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm²)	DEFORMACIÓN (mm)
5	0.10	0.01
10	0.19	0.03
15	0.29	0.04
20	0.38	0.06
25	0.48	0.07
30	0.57	0.08
35	0.67	0.10
40	0.77	0.11
45	0.86	0.13
50	0.96	0.14
55	1.05	0.15

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 37. Esfuerzo vs Deformación (P2) 2% de adición hojas de pino



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 96. Muestra (P3) 2% de adición hojas de pino

DIMENSIONES cm	DISTANCIA ENTRE APOYOS (L)	30.37	ANCHO(B)	15.27	ESPESOR(D)	10.3
----------------	----------------------------	-------	----------	-------	------------	------

Fuente: Elaboración propia, 2018

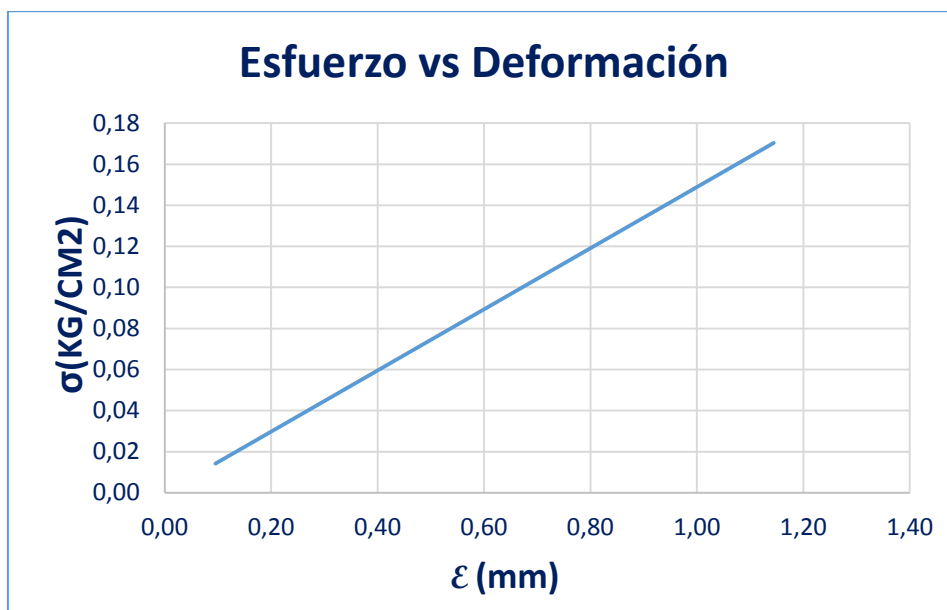
Tabla 97. Resistencia a flexión (P3) 2% adición hojas de pino

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN (mm)
5	0.10	0.01
10	0.19	0.03
15	0.29	0.04
20	0.38	0.06
25	0.48	0.07
30	0.57	0.09
35	0.67	0.10
40	0.76	0.11
45	0.86	0.13
50	0.95	0.14
55	1.05	0.16
60	1.14	0.17

Fuente: Elaboración propia, 2018



Gráfico 38. Esfuerzo vs Deformación (P3) 2% de adición hojas de pino



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 98. Muestra (P4) 2% de adición hojas de pino

DIMENSIONES cm	DISTANCIA ENTRE APOYOS (L)	30.33	ANCHO(B)	15.47	ESPESO(D)	10.23
----------------	----------------------------	-------	----------	-------	-----------	-------

Fuente: Elaboración propia, 2018

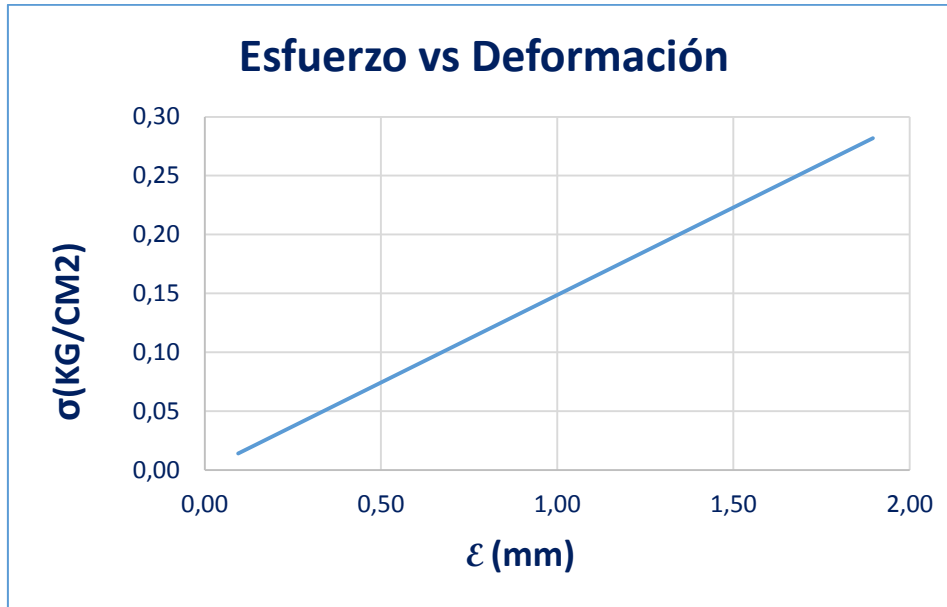
Tabla 99. Resistencia a flexión (P4) 2% adición hojas de pino

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN (mm)
5	0.09	0.01
10	0.19	0.03
15	0.28	0.04
20	0.38	0.06
25	0.47	0.07
30	0.57	0.08
35	0.66	0.10
40	0.76	0.11
45	0.85	0.13
50	0.95	0.14
55	1.04	0.16
60	1.14	0.17
65	1.23	0.18
70	1.33	0.20
75	1.42	0.21
80	1.52	0.23

85	1.61	0.24
90	1.71	0.25
95	1.80	0.27
100	1.90	0.28

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 39. Esfuerzo vs Deformación (P4) 2% de adición hojas de pino



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 100. Muestra (P5) 2% de adición hojas de pino

DIMENSIONES cm	DISTANCIA ENTRE APOYOS (L)	30.33	ANCHO(B)	15.53	ESPESO(D)	10.17
----------------	----------------------------	-------	----------	-------	-----------	-------

Fuente: Elaboración propia, 2018

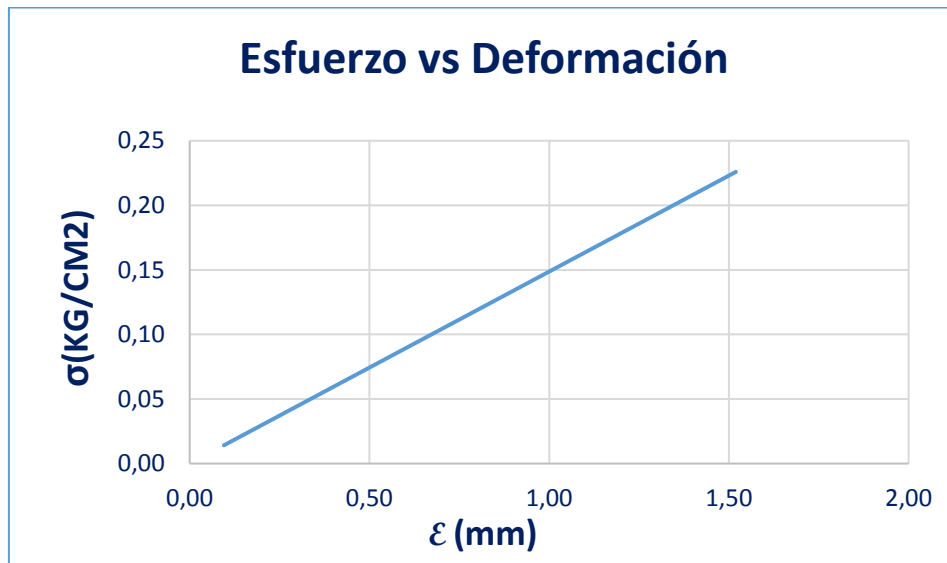
Tabla 101. Resistencia a flexión (P5) 2% adición hojas de pino

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN (mm)
5	0.09	0.01
10	0.19	0.03
15	0.28	0.04
20	0.38	0.06
25	0.47	0.07
30	0.57	0.08
35	0.66	0.10
40	0.76	0.11
45	0.85	0.13
50	0.95	0.14

55	1.04	0.16
60	1.14	0.17
65	1.23	0.18
70	1.33	0.20
75	1.42	0.21
80	1.52	0.23

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 40. Esfuerzo vs Deformación (P5) 2% de adición hojas de pino



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 102. Muestra (P1) 3% de adición hojas de pino

DIMENSIONES cm	DISTANCIA ENTRE APOYOS (L)	30.37	ANCHO(B)	15.5	ESPESO(D)	10.27
----------------	----------------------------	-------	----------	------	-----------	-------

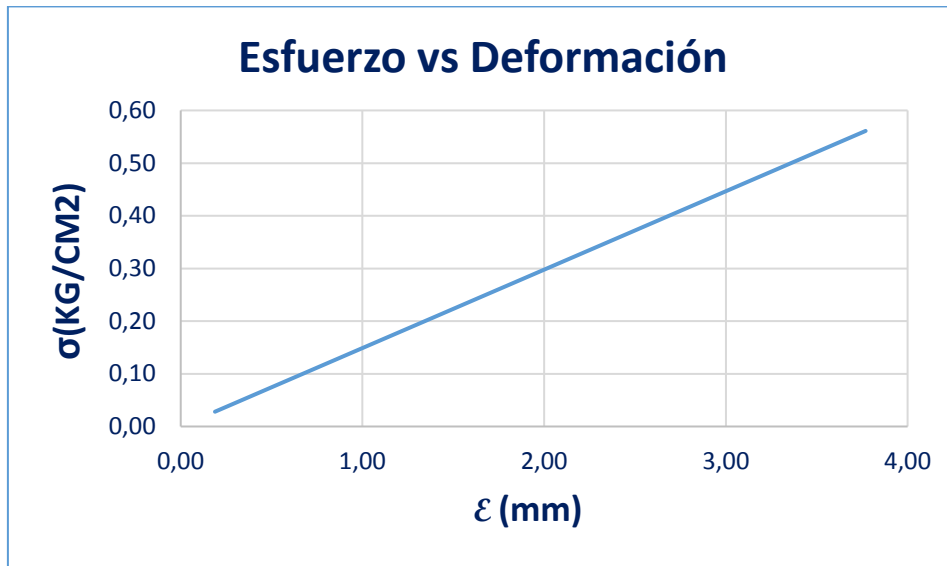
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 103. Resistencia a flexión (P1) 3% adición hojas de pino

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm²)	DEFORMACIÓN (mm)
10	0.19	0.03
25	0.47	0.07
50	0.94	0.14
75	1.41	0.21
100	1.88	0.28
125	2.36	0.35
150	2.83	0.42
175	3.30	0.49
200	3.77	0.56

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 41. Esfuerzo vs Deformación (P1) 3% de adición hojas de pino



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 104. Muestra (p2) 3% de adición hojas de pino

DIMENSIONES cm	DISTANCIA ENTRE APOYOS (L)	30.33	ANCHO(B)	15.2	ESPESO(D)	10.43
----------------	----------------------------	-------	----------	------	-----------	-------

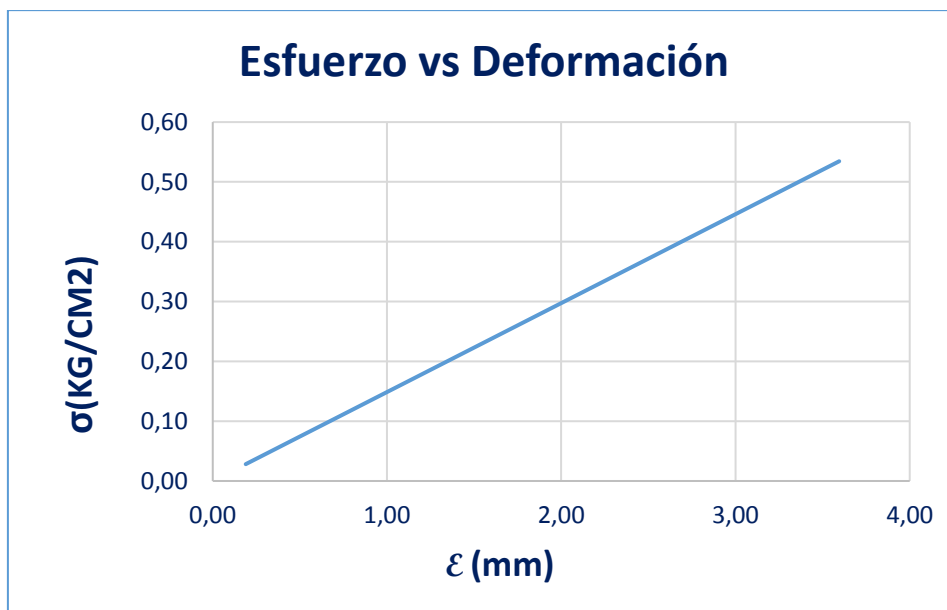
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 105. Resistencia a flexión (P2) 3% adición hojas de pino

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm²)	DEFORMACIÓN (mm)
10	0.19	0.03
25	0.47	0.07
50	0.95	0.14
75	1.42	0.21
100	1.89	0.28
125	2.37	0.35
150	2.84	0.42
175	3.31	0.49
190	3.60	0.53

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 42. Esfuerzo vs Deformación (P2) 3% de adición hojas de pino



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 106. Muestra (P3) 3% de adición hojas de pino

DIMENSIONES cm	DISTANCIA ENTRE APOYOS (L)	30.3	ANCHO(B)	15.07	ESPESO(D)	10.43
----------------	----------------------------	------	----------	-------	-----------	-------

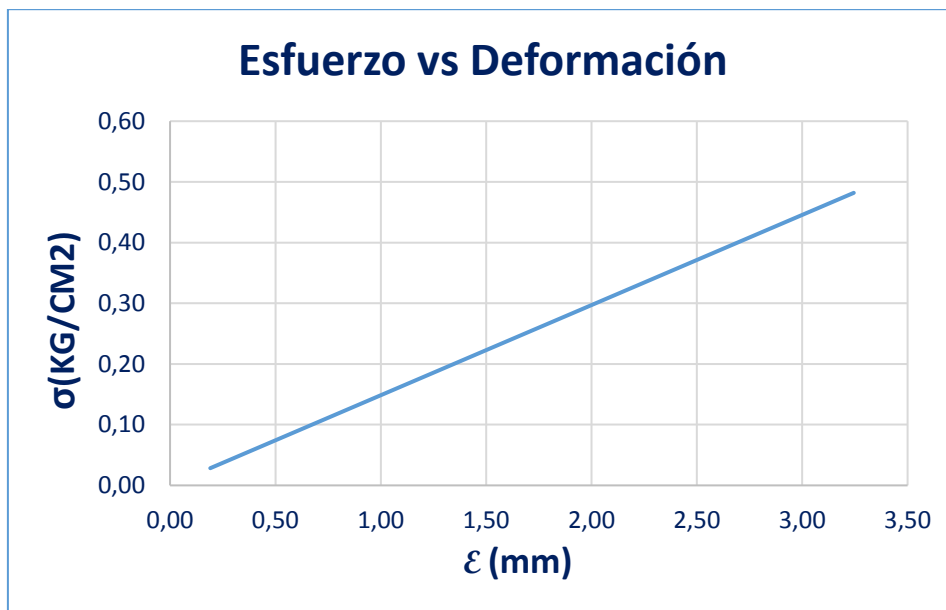
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 107. Resistencia a flexión (P3) 3% adición hojas de pino

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN (mm)
10	0.19	0.03
25	0.48	0.07
50	0.95	0.14
75	1.43	0.21
100	1.91	0.28
125	2.39	0.35
150	2.86	0.43
170	3.24	0.48

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 43. Esfuerzo vs Deformación (P3) 3% de adición hojas de pino



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 108. Muestra (P4) 3% de adición hojas de pino

DIMENSIONES cm	DISTANCIA ENTRE APOYOS (L)	30.6	ANCHO(B)	15.13	ESPESO(D)	10.53
----------------	----------------------------	------	----------	-------	-----------	-------

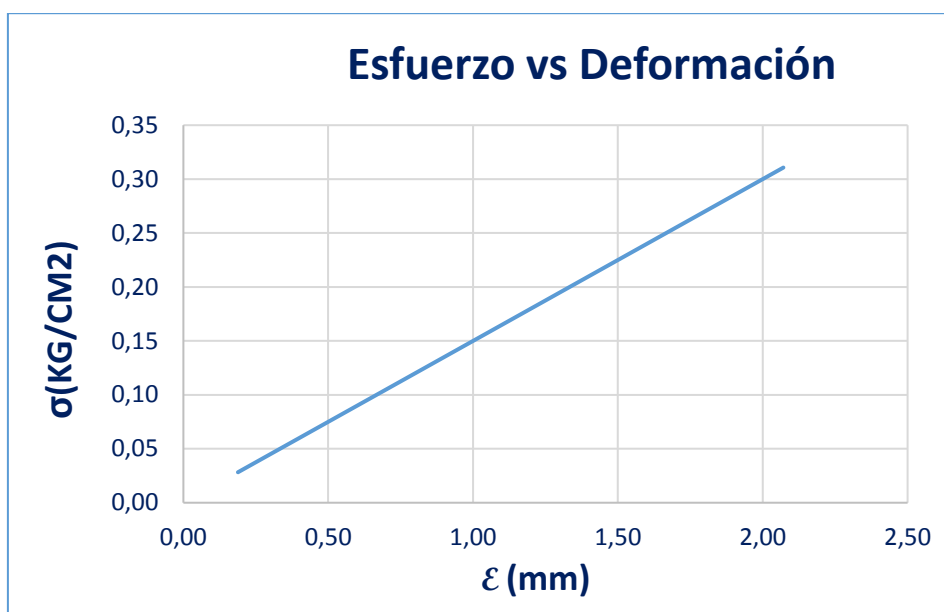
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 109. Resistencia a flexión (P4) 3% adición hojas de pino

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN (mm)
10	0.19	0.03
20	0.38	0.06
40	0.75	0.11
60	1.13	0.17
80	1.51	0.23
100	1.88	0.28
110	2.07	0.31

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 44. Esfuerzo vs Deformación (P4) 3% de adición hojas de pino



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 110. Muestra (P5) 3% de adición hojas de pino

DIMENSIONES cm	DISTANCIA ENTRE APOYOS (L)	30.37	ANCHO(B)	15.33	ESPESO(D)	10.5
----------------	----------------------------	-------	----------	-------	-----------	------

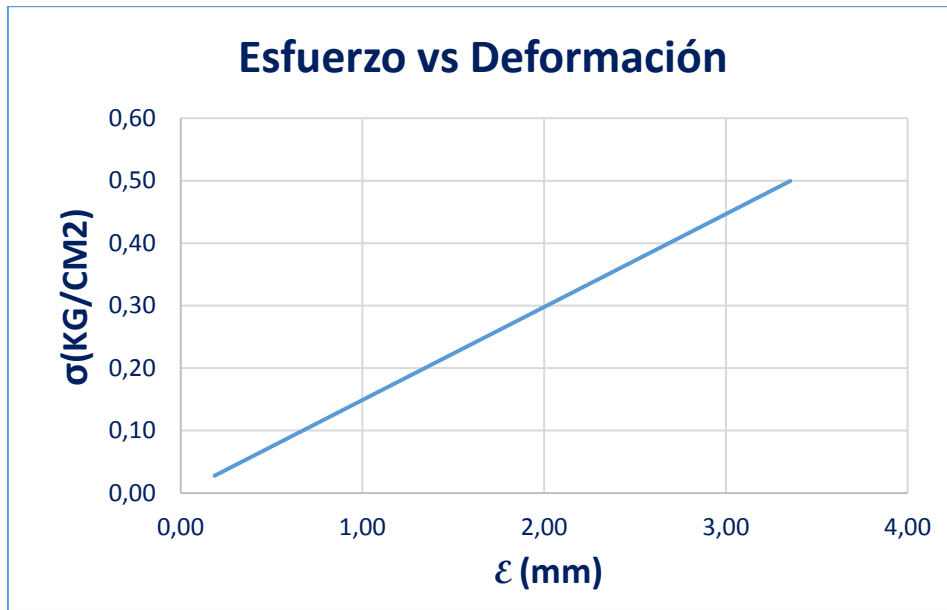
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 111. Resistencia a flexión (P5) 3% adición hojas de pino

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm²)	DEFORMACIÓN (mm)
10	0.19	0.03
25	0.47	0.07
50	0.93	0.14
75	1.40	0.21
100	1.86	0.28
125	2.33	0.35
150	2.80	0.42
180	3.35	0.50

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 45. Esfuerzo vs Deformación (P5) 3% de adición hojas de pino



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 112. Muestra (A1) 3% de adición aserrín

DIMENSIONES cm	DISTANCIA ENTRE APOYOS (L)	30.03	ANCHO(B)	15.17	ESPESO(D)	10.17
----------------	----------------------------	-------	----------	-------	-----------	-------

Fuente: Elaboración propia, 2018

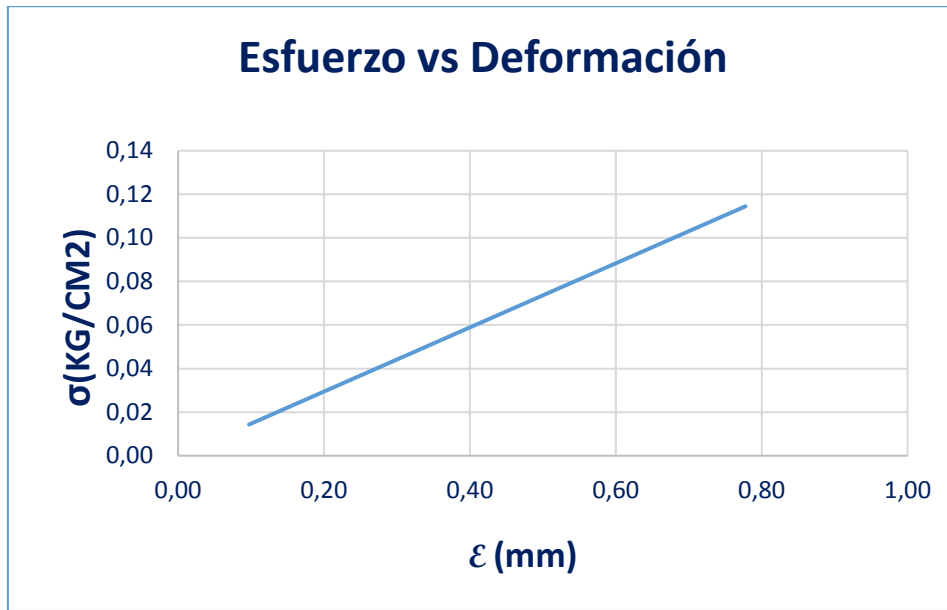
Tabla 113. Resistencia a flexión (A1) 3% adición aserrín

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm²)	DEFORMACIÓN (mm)
5	0.10	0.01
10	0.19	0.03
15	0.29	0.04
20	0.39	0.06
25	0.49	0.07
30	0.58	0.09
35	0.68	0.10
40	0.78	0.11

Fuente: Elaboración propia, 2018



Gráfico 46. Esfuerzo vs Deformación (A1) 3% de adición aserrín



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 114. Muestra (A2) 3% de adición aserrín

DIMENSIONES cm	DISTANCIA ENTRE APOYOS (L)	30.17	ANCHO(B)	15.13	ESPESO(D)	9.8
----------------	----------------------------	-------	----------	-------	-----------	-----

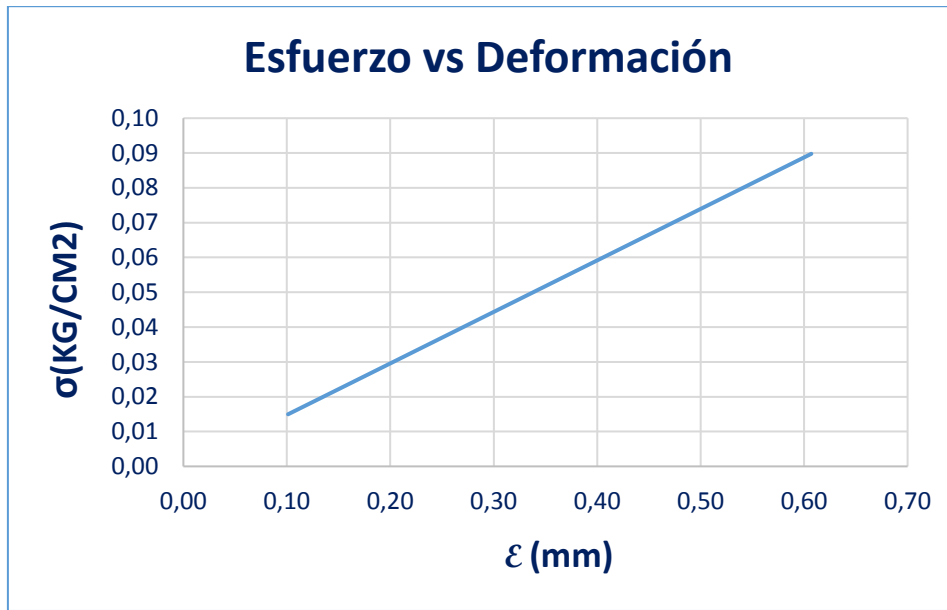
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 115. Resistencia a flexión (A2) 3% adición aserrín

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN (mm)
5	0.10	0.01
10	0.20	0.03
15	0.30	0.04
20	0.40	0.06
25	0.51	0.07
30	0.61	0.09

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 47. Esfuerzo vs Deformación (A2) 3% de adición aserrín



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 116. Muestra (A3) 3% de adición aserrín

DIMENSIONES cm	DISTANCIA ENTRE APOYOS (L)	30	ANCHO(B)	15.3	ESPESO(D)	10
----------------	----------------------------	----	----------	------	-----------	----

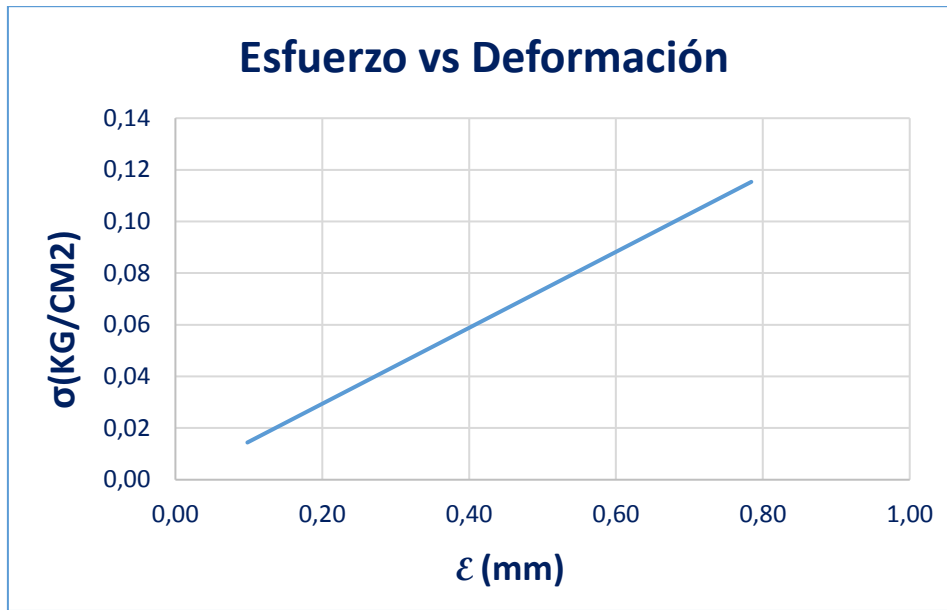
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 117. Resistencia a flexión (A3) 3% adición aserrín

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm²)	DEFORMACIÓN (mm)
5	0.10	0.01
10	0.20	0.03
15	0.29	0.04
20	0.39	0.06
25	0.49	0.07
30	0.59	0.09
35	0.69	0.10
40	0.78	0.12

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 48. Esfuerzo vs Deformación (A3) 3% de adición aserrín



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 118. Muestra (A4) 3% de adición aserrín

DIMENSIONES cm	DISTANCIA ENTRE APOYOS (L)	30.07	ANCHO(B)	15.2	ESPESO(D)	10.13
----------------	----------------------------	-------	----------	------	-----------	-------

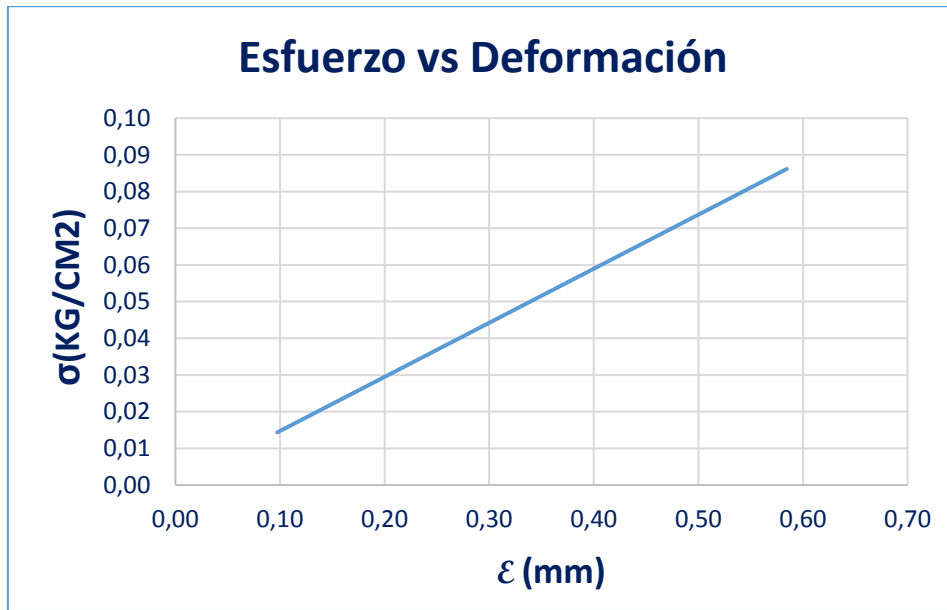
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 119. Resistencia a flexión (A4) 3% adición aserrín

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN (mm)
5	0.10	0.01
10	0.19	0.03
15	0.29	0.04
20	0.39	0.06
25	0.49	0.07
30	0.58	0.09

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 49. Esfuerzo vs Deformación (A4) 3% de adición aserrín



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 120. Tabla 120. Muestra (A5) 3% de adición aserrín

DIMENSIONES cm	DISTANCIA ENTRE APOYOS (L)	30.13	ANCHO(B)	15.17	ESPESO(D)	10
----------------	----------------------------	-------	----------	-------	-----------	----

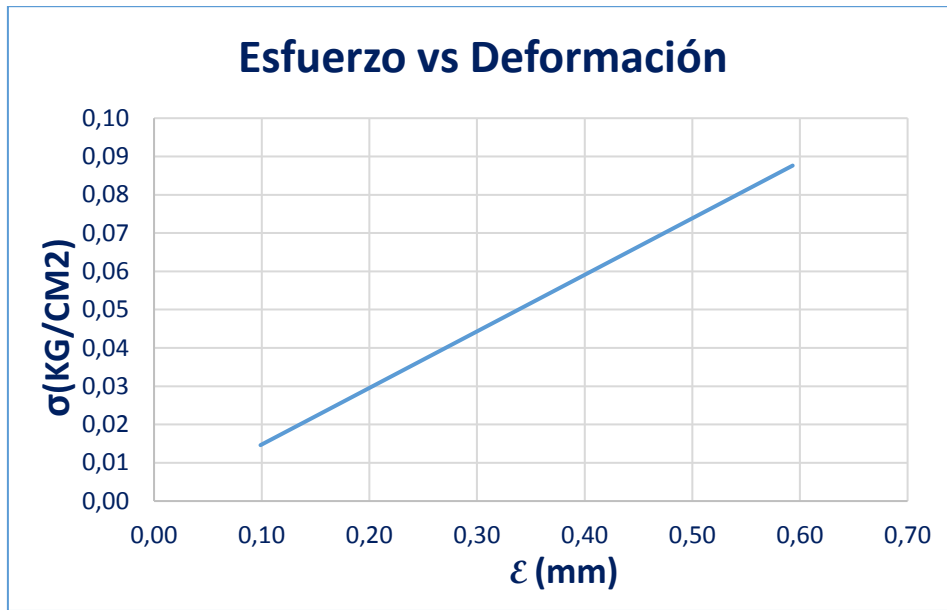
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 121. Resistencia a flexión (A5) 3% adición aserrín

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm²)	DEFORMACIÓN (mm)
5	0.10	0.01
10	0.20	0.03
15	0.30	0.04
20	0.40	0.06
25	0.49	0.07
30	0.59	0.09

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 50. Esfuerzo vs Deformación (A5) 3% de adición aserrín



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 122. Muestra (A1) 5% de adición aserrín

DIMENSIONES cm	DISTANCIA ENTRE APOYOS (L)	30.2	ANCHO(B)	15.4	ESPESO(D)	9.83
----------------	----------------------------	------	----------	------	-----------	------

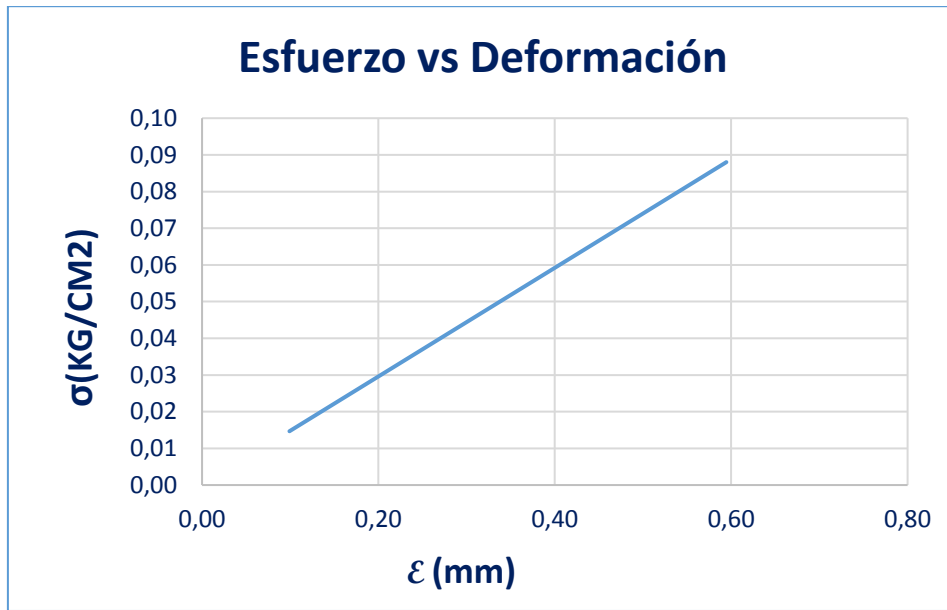
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 123. Resistencia a flexión (A1) 5% adición aserrín

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm²)	DEFORMACIÓN (mm)
5	0.10	0.01
10	0.20	0.03
15	0.30	0.04
20	0.40	0.06
25	0.50	0.07
30	0.59	0.09

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 51. Esfuerzo vs Deformación (A1) 5% de adición aserrín



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 124. Muestra (A2) 5% de adición aserrín

DIMENSIONES cm	DISTANCIA ENTRE APOYOS (L)	30.03	ANCHO(B)	15.33	ESPESO(D)	9.93
----------------	----------------------------	-------	----------	-------	-----------	------

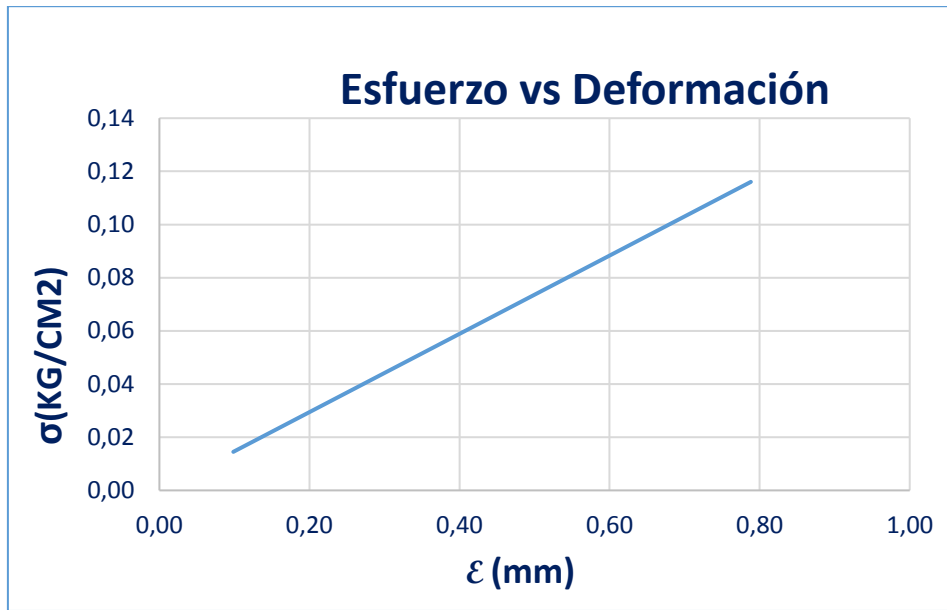
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 125. Resistencia a flexión (A2) 5% adición aserrín

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm²)	DEFORMACIÓN (mm)
5	0.10	0.01
10	0.20	0.03
15	0.30	0.04
20	0.39	0.06
25	0.49	0.07
30	0.59	0.09
35	0.69	0.10
40	0.79	0.12

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 52. Esfuerzo vs Deformación (A2) 5% de adición aserrín



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 126. Muestra (A3) 5% de adición aserrín

DIMENSIONES cm	DISTANCIA ENTRE APOYOS (L)	30.23	ANCHO(B)	15.03	ESPESOR(D)	9.73
----------------	----------------------------	-------	----------	-------	------------	------

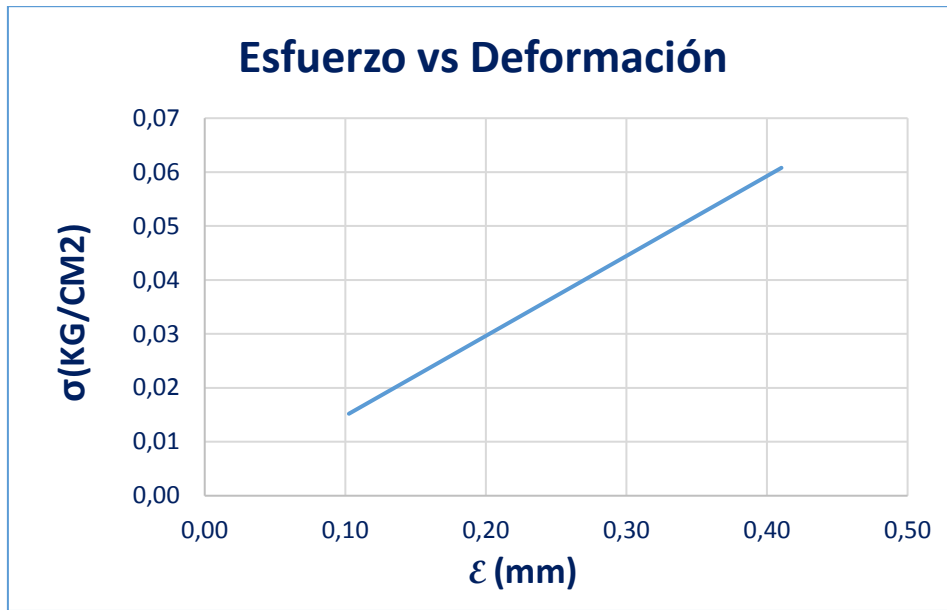
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 127. Resistencia a flexión (A3) 5% adición aserrín

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN (mm)
5	0.10	0.02
10	0.21	0.03
15	0.31	0.05
20	0.41	0.06

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 53. Esfuerzo vs Deformación (A3) 5% de adición aserrín



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 128. Muestra (A4) 5% de adición aserrín

DIMENSIONES cm	DISTANCIA ENTRE APOYOS (L)	30.33	ANCHO(B)	15.43	ESPESO(D)	9.67
----------------	----------------------------	-------	----------	-------	-----------	------

Fuente: Elaboración propia, 2018

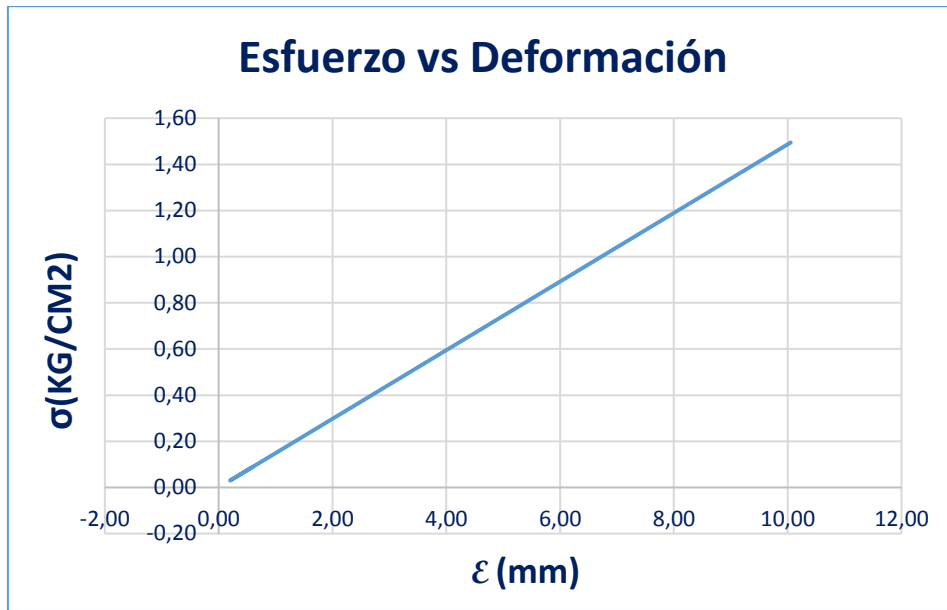
Tabla 129. Resistencia a flexión (A4) 5% adición aserrín

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm²)	DEFORMACIÓN (mm)
500	10.05	1.49
10	0.20	0.03
15	0.30	0.04
20	0.40	0.06
25	0.50	0.07
30	0.60	0.09

Fuente: Elaboración propia, 2018



Gráfico 54. Esfuerzo vs Deformación (A4) 5% de adición aserrín



Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 130. Muestra (A5) 5% de adición aserrín

DIMENSIONES cm	DISTANCIA ENTRE APOYOS (L)	30.17	ANCHO(B)	15.47	ESPESO(D)	9.47
----------------	----------------------------	-------	----------	-------	-----------	------

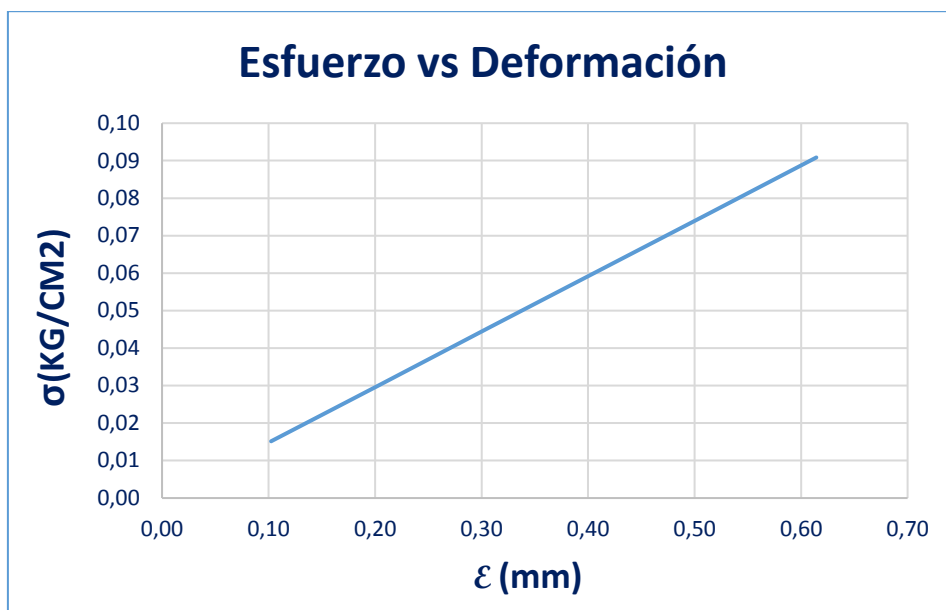
Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 131. Resistencia a flexión (A5) 5% adición aserrín

CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN (mm)
5	0.10	0.02
10	0.20	0.03
15	0.31	0.05
20	0.41	0.06
25	0.51	0.08
30	0.61	0.09

Fuente: Elaboración propia, 2018

Gráfico 55. Esfuerzo vs Deformación (A5) 5% de adición aserrín



Fuente: Elaboración propia, 2018

### Ensayo a Succión

Tabla 132. Succión de unidades de adobe con 0% de adición de fibra vegetal

MUESTRA	PESO SECO Grs	PESO ENSAYADO	PESO AGUA NO CORREGIDA (Gr)	PESO AGUA CORREGIDA Gr/200cm2
1	6385.00	6415.00	30.00	12.57
2	6440.00	6495.00	55.00	23.27
3	6441.00	6520.00	79.00	33.42
4	6490.00	6575.00	85.00	35.96
5	6420.00	6490.00	70.00	30.10
SUCCIÓN PROMEDIO			38.33 Grs/200cm2	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 133. Succión de unidades de adobe con 2% adición hojas de pino

MUESTRA	PESO SECO Grs	PESO ENSAYADO	PESO AGUA NO CORREGIDA (Gr)	PESO AGUA CORREGIDA Gr/200cm <sup>2</sup>
1	6310.00	6400.00	90.00	37.84
2	6685.00	6760.00	75.00	33.22
3	6675.00	6750.00	75.00	33.44
4	6630.00	6730.00	100.00	44.15
5	6500.00	6600.00	100.00	43.00
SUCCIÓN PROMEDIO			38.33 Grs/200cm <sup>2</sup>	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 134. Succión de unidades de adobe con 3% adición hojas de pino

MUESTRA	PESO SECO Grs	PESO ENSAYADO	PESO AGUA NO CORREGIDA (Gr)	PESO AGUA CORREGIDA Gr/200cm <sup>2</sup>
1	6285.00	6360.00	75.00	33.33
2	6340.00	6415.00	75.00	33.00
3	6525.00	6590.00	65.00	27.86
4	6310.00	6370.00	60.00	25.55
5	6435.00	6490.00	55.00	23.34
SUCCIÓN PROMEDIO			28.62 Grs/200cm <sup>2</sup>	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 135. Succión de unidades de adobe con 3% adición aserrín

MUESTRA	PESO SECO Grs	PESO ENSAYADO	PESO AGUA NO CORREGIDA (Gr)	PESO AGUA CORREGIDA Gr/200cm <sup>2</sup>
1	6285.00	6360.00	75.00	33.33
2	6340.00	6415.00	75.00	33.00
3	6525.00	6590.00	65.00	27.86
4	6310.00	6370.00	60.00	25.55
5	6435.00	6490.00	55.00	23.34
SUCCIÓN PROMEDIO			28.62 Grs/200cm <sup>2</sup>	

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 136. Succión de unidades de adobe con 5% adición aserrín

MUESTRA	PESO SECO Grs	PESO ENSAYADO	PESO AGUA NO CORREGIDA (Gr)	PESO AGUA CORREGIDA Gr/200cm2
1	5642.00	5711.00	69.00	30.26
2	5575.00	5640.00	65.00	27.59
3	5600.00	5660.00	60.00	25.63
4	5715.00	5765.00	50.00	22.00
5	5725.00	5780.00	55.00	24.04
SUCCIÓN PROMEDIO			25.90 Grs/200cm2	

Fuente: Elaboración propia, 2018

## ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS


Yo, Dr. Herry Lloclla Gonzales, Director de Investigación, y revisor del trabajo académico titulado: "CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECANICAS DE UNIDADES DE ADOBE CON HOJAS DE PINO Y ASERRÍN EN EL DISTRITO DE SÓCOTA, CAJAMARCA, 2018".

Del Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil:

**HURTADO SALDAÑA, ODILO**

Constato que, el citado trabajo académico tiene un índice de similitud del **27%**, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, grado de coincidencias irrelevantes que convierte el trabajo en aceptable y no constituye plagio; en tanto, cumple con todas las normas del uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 25 de Enero de 2019.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO S.A.C.  
  
Dr. Herry Lloclla Gonzales  
DIRECTOR DE INVESTIGACION  
CAMPUS CHICLAYO



**Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)  
"César Acuña Peralta"**

**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN  
ELECTRÓNICA DE LAS TESIS**

**1. DATOS PERSONALES**

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Odilo Hurtado Saldaña

D.N.I. : 40753138

Domicilio : Jr. Amazonas N° 174, Sócota – Cutervo - Cajamarca

Teléfono : Fijo : Móvil : 930125517

E-mail : [odilohurtado79@mail.com](mailto:odilohurtado79@mail.com);

**2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS**

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería Civil

Escuela : INGENIERIA CIVIL

Carrera : Ingeniero Civil

Título : "Características Físicas y Mecánicas de Unidades de Adobe con Hojas de Pino y Aserrín en el Distrito de Sócota, Cajamarca, 2018"

Tesis de Post Grado

Maestría

Doctorado

Grado : Bachiller

Mención : Ingeniero Civil

**3. DATOS DE LA TESIS**

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Hurtado Saldaña, Odilo

Título de la tesis:

"Características Físicas y Mecánicas de Unidades de Adobe con Hojas de Pino y Aserrín en el Distrito de Sócota, Cajamarca, 2018"

Año de publicación : 2019

**4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN  
ELECTRÓNICA:**

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma :



Fecha : Chiclayo, 28 de enero de 2019.

## REPORTE TURNITING

### REPORTE - HURTADO SALDAÑA

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>27%</b> INDICE DE SIMILITUD	<b>27%</b> FUENTES DE INTERNET	<b>0%</b> PUBLICACIONES	<b>6%</b> TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

#### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.upn.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>14%</b>
<b>2</b>	<b>cybertesis.uni.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>4%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>docslide.com.br</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>5</b>	<b>www.sitiosolar.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>www.inei.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>www.scribd.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.uandina.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>Submitted to Universidad Católica de Santa</b>	<b>&lt;1%</b>





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

EP INGENIERIA CIVIL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

ODILO HURTADO SALDAÑA

INFORME TITULADO:

"CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ADOBE CON

HOJAS DE PINO Y ASERRIN EN EL DISTRITO DE SOLOTA, CAJAMARCA, 2018"

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: 21/12/2018

NOTA O MENCIÓN: APROBADO POR MAYORÍA

  
FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN