

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



TESIS

**“EFECTOS DE LA FIBRA NATURAL PAJA DE ARROZ EN LA RESISTENCIA DE
ADOBES ESTABILIZADOS CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ AL 30 %,
JAÉN – CAJAMARCA”**

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por:

Bach. Fanny Lisbeth Díaz Zurita

Asesor

Mg. Ing. Miranda Tejada, Héctor Hugo

Cajamarca – Perú

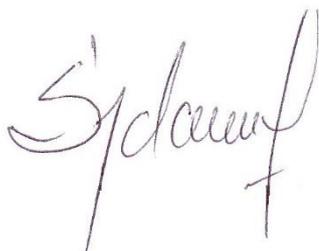
2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

- Investigador:** Fanny Lisbeth Díaz Zurita
DNI: 74660522
Escuela Profesional: Ingeniería Civil
- Asesor:** Mg. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada.
Facultad: Ingeniería
- Grado académico o título profesional**
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
- Tipo de Investigación:**
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
- Título de Trabajo de Investigación:**
EFECTOS DE LA FIBRA NATURAL PAJA DE ARROZ EN LA RESISTENCIA DE ADOBES ESTABILIZADOS CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ AL 30 %, JAÉN – CAJAMARCA.
- Fecha de evaluación:** 02/03/2024
- Software antiplagio:** TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
- Porcentaje de Informe de Similitud:** 18% (dieciocho por ciento)
- Código Documento:** oid:3117:336742490.
- Resultado de la Evaluación de Similitud:**
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 03/03/2024



FIRMA DEL ASESOR

Mg. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada.
DNI: 26617213



Firmado digitalmente por:
FERNANDEZ LEON Yvonne
Katherine FAU 20148258801 soft
Motivo: Soy el autor del
documento
Fecha: 20/03/2024 11:25:48-0500

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI

DEDICATORIA

A Dios, quien siempre me ha brindado fortaleza y sabiduría, guiándome en el camino hacia mis metas y sueños.

A mis padres, Adela Zurita Herrera y Bacilio Díaz Pérez, quienes son un regalo invaluable de Dios y me han acompañado en esta exigente travesía de mi formación profesional, respaldándome con sus valores y enseñanzas.

A mis 8 hermanos, en especial a mi hermana Lili Mariela Díaz Noriega y Jean Carlos Díaz Zurita, por su cariño y apoyo inquebrantable en este proceso de alcanzar mis sueños y metas.

En honor a mis abuelitos, que desde el cielo velan por mí. Esta tesis es el resultado de un esfuerzo conjunto y el apoyo de todas estas personas queridas, a quienes dedico este logro con gratitud y amor.

AGRADECIMIENTOS

Dios, por la bendición de la salud que ha permitido a mi familia y a mi enfrentar este desafío en primer lugar.

A mi Asesor, el Mg. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada, por su inestimable orientación y apoyo a lo largo de mi investigación. Sus conocimientos y enseñanzas fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

La universidad Nacional de Cajamarca, por la formación académica brindada a lo largo de mis años de estudio. Especialmente a mi escuela académica profesional de ingeniería civil y a mis profesores, quienes contribuyeron significativamente a mi desarrollo académico con sus enseñanzas y sabiduría.

Mi hermana mayor, Lili Mariela Díaz Noriega, por su constante apoyo a lo largo de mi formación profesional. Su respaldo ha sido un pilar en este camino.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO I	17
INTRODUCCIÓN	17
1.1. Planteamiento de la problemática	17
1.1.1. Contextualización.	17
1.1.2. Descripción del problema	19
1.2. Formulación del problema	19
1.3. Justificación de la investigación.....	19
1.4. Delimitaciones de la investigación	21
1.5. Limitaciones:	21
1.6. Objetivos.....	21
1.6.1. Objetivo General	21
1.6.2. Objetivos Específicos.....	22
CAPÍTULO II	23
MARCO TEÓRICO	23
2.1. Antecedentes teóricos.....	23
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	23
2.1.2. Antecedentes Nacionales	23
2.1.3. Antecedentes locales	25

2.2. BASES TEÓRICAS	26
2.2.1. Adobe.....	26
2.2.2. Tipos, formas y dimensiones de adobes	26
2.3. Propiedades a evaluar del adobe	32
2.4. Pruebas de campo “In Situ” para la tierra	33
2.5. Clasificación del Suelo para el adobe.....	35
2.6. Ensayos de Mecánica de Suelos.....	39
2.7. Términos Básicos.....	40
CAPÍTULO III.....	42
PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES	42
3.1. Hipótesis	42
3.1.1. Hipótesis general.....	42
3.2. Variables de la investigación.....	42
CAPITULO IV	43
MATERIALES Y MÉTODOS	43
4.2. Ubicación geográfica.....	43
4.3. Metodología.....	46
4.3.1. Tipo de investigación.....	46
4.3.2. Enfoque de la investigación.....	46
4.3.3. Diseño de la investigación	46
4.4. Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación	46
CAPÍTULO V.....	53
PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	53

5.1. Clasificación del Suelo.....	53
5.2. Resultados de la Composición de la Ceniza de Cáscara de Arroz.....	54
5.3. Resultados de los Ensayos “In Situ” en campo.....	54
5.1. Dosificación de la Fibra Natural Paja de Arroz para cada Adobe.....	55
5.2. Análisis de las características de las unidades de adobe.....	56
5.2.1. Resistencia a la compresión en adobes de dimensiones de 10x10x10 cm.....	56
5.2.2. Resistencia a la compresión de pilas con adobes de dimensiones 24x12x8 cm.	62
CAPÍTULO VI.....	68
CONCLUSIONES.....	68
CAPÍTULO VII	69
RECOMENDACIONES.....	69
CAPÍTULO VIII.....	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
CAPÍTULO IX	73
ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Asignación de los suelos, se utilizan los símbolos en letras</i>	36
Tabla 2 <i>Clasificación de suelos (S.U.C.S)</i>	38
Tabla 3 <i>Distribución de la población muestral.....</i>	47
Tabla 4 <i>Propiedades físicas del suelo.</i>	53
Tabla 5 <i>Composición Granulométrica del suelo.</i>	53

Tabla 6	<i>Parámetros de la muestra de ceniza.</i>	54
Tabla 7	<i>Resultados de las pruebas de campo</i>	54
Tabla 8	<i>Dosificación de la fibra natural paja de arroz y la ceniza de cáscara de arroz en la composición de adobes de dimensiones de 12x24x8 cm.</i>	55
Tabla 9	<i>Dosificación de la fibra natural paja de arroz y la ceniza de cáscara de arroz en la composición de adobes de dimensiones de 10x10x10 cm.</i>	55
Tabla 10	<i>Resistencia a la compresión de adobes sin adición de fibra de paja de Arroz y ceniza de cáscara de arroz.</i>	56
Tabla 11	<i>Resistencia a compresión de adobe con adición de 0.12% de Paja de Arroz y 30% de ceniza de cáscara de arroz.</i>	57
Tabla 12	<i>Resistencia a compresión de adobe con adición de 0.16% de Paja de Arroz y 30% de ceniza de cáscara de arroz.</i>	57
Tabla 13	<i>Resistencia a compresión de adobe con adición de 0.24% de Paja de Arroz y 30% de ceniza de cáscara de arroz.</i>	58
Tabla 14	<i>Resumen de la resistencia a la compresión promedio de los adobes de 10x10x10 cm.</i>	59
Tabla 15	<i>Resistencia a la compresión de las pilas de adobe sin adición de fibra de paja de Arroz y ceniza de cáscara de arroz.</i>	62
Tabla 16	<i>Resistencia a la compresión de las pilas de adobe con adición de 0.12% de fibra de paja de Arroz y 30% ceniza de cáscara de arroz.</i>	63
Tabla 17	<i>Resistencia a la compresión de las pilas de adobe con adición de 0.16% de fibra de paja de Arroz y 30% ceniza de cáscara de arroz.</i>	63

Tabla 18	<i>Resistencia a la compresión de las pilas de adobe con adición de 0.24% de fibra de paja de Arroz y 30% ceniza de cáscara de arroz.</i>	64
Tabla 19	<i>Resumen de la resistencia promedio a la compresión de Las pilas con adobes de 12x24x8 cm.</i>	65
Tabla 20	<i>Medidas de las unidades de adobes de la muestra 1- sin adición de ceniza de cáscara de arroz y sin paja de arroz</i>	98
Tabla 21	<i>Medidas de las unidades de adobes de la muestra 2- con adición de 30% ceniza de cáscara de arroz y 0.12% de paja de arroz</i>	99
Tabla 22	<i>Medidas de las unidades de adobes de la muestra 3- con adición de 30% ceniza de cáscara de arroz y 0.16% de paja de arroz</i>	100
Tabla 23	<i>Medidas de las unidades de adobes de la muestra 4- con adición de 30% ceniza de cáscara de arroz y 0.24% de paja de arroz</i>	101
Tabla 24	<i>Medidas de las pilas de la muestra 1- sin adición de ceniza de cáscara de arroz y sin paja de arroz</i>	102
Tabla 25	<i>Medidas de las pilas de la muestra 2- con adición de 30% ceniza de cáscara de arroz y 0.12% de paja de arroz</i>	103
Tabla 26	<i>Medidas de las pilas de la Muestra 2- con adición de 30% ceniza de cáscara de arroz y 0.16% de paja de arroz</i>	104
Tabla 27	<i>Medidas de las pilas de la muestra 2- con adición de 30% ceniza de cáscara de arroz y 0.24% de paja de arroz</i>	105
Tabla 28	<i>Resumen de la resistencia a la compresión de los adobes de 10x10x10 cm</i>	106
Tabla 29	<i>Resumen de la resistencia a la compresión en las pilas de adobes de 24x12x8 cm</i>	107

Tabla 30	<i>Resultados de la resistencia a la compresión en los adobes - diseño de mezcla 1- adición sin ceniza de cáscara de arroz y sin paja de arroz.....</i>	108
Tabla 31	<i>Resultados de la resistencia a la compresión en los adobes - diseño de mezcla 2-adición 30% ceniza de cáscara de arroz y 0.12% paja de arroz.....</i>	115
Tabla 32	<i>Resultados de la resistencia a la compresión en los adobes - diseño de mezcla 2-adición 30% ceniza de cáscara de arroz y 0.16% paja de arroz.....</i>	122
Tabla 33	<i>Resultados de la resistencia a la compresión en los adobes - diseño de mezcla 2-adición 30% ceniza de cáscara de arroz y 0.24% paja de arroz.....</i>	129
Tabla 34	<i>Resultados de la resistencia a la compresión en las pilas - diseño de mezcla 1-adición sin ceniza de cáscara de arroz y sin paja de arroz.....</i>	135
Tabla 35	<i>Resultados de la resistencia a compresión de las pilas - mezcla 2 -30% cenizas de cáscara de arroz y 0.12% de paja de arroz.....</i>	142
Tabla 36	<i>Resultados de la resistencia a compresión de las pilas - mezcla 3 -30% cenizas de cáscara de arroz y 0.16% de paja de arroz.....</i>	149
Tabla 37	<i>Resultados de la resistencia a compresión de las pilas - mezcla 2 -30% cenizas de cáscara de arroz y 0.24% de paja de arroz.....</i>	156

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Dimensiones de los bloques de adobe.....</i>	28
Figura 2	<i>Ubicación de cantera y lugar de estudio.....</i>	43
Figura 3	<i>Ubicación del laboratorio de suelo (Guersan ingenieros SRL).</i>	44
Figura 4	<i>Ubicación del laboratorio de materiales-unc.....</i>	45
Figura 6	<i>Diagrama del procedimiento experimental para la elaboración de adobes.</i>	51

Figura 7	<i>Resumen promedio de la resistencia a compresión de unidades de adobes.</i>	60
Figura 8	<i>Análisis comparativo entre la resistencia a compresión estipulada por la norma E.080 y la resistencia a compresión promedio de adobes con porcentajes de paja de arroz del 0%, 0.12%, 0.16% y 0.24%.</i>	61
Figura 9	<i>Resumen de la resistencia a la compresión promedio de las pilas de adobe.</i>	66
Figura 10	<i>Análisis comparativo entre la resistencia a compresión de las pilas estipulada por la norma E.080 y la resistencia a compresión promedio de pilas de adobes con porcentajes de paja de arroz del 0%, 0.12%, 0.16% y 0.24%.</i>	67
Figura 11	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M1-1 con 0% de paja de arroz</i>	110
Figura 12	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M1-2 con 0% de paja de arroz</i>	111
Figura 13	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M1-3</i>	111
Figura 14	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M1-4</i>	112
Figura 15	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M1-6</i>	112
Figura 16	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M1-6</i>	113
Figura 17	<i>Promedio de todas las curvas Esfuerzo-Deformación Unitaria en las muestras 1 con 0% de paja de arroz</i>	113
Figura 18	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M2-1</i>	117
Figura 19	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M2-2</i>	118
Figura 20	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M2</i>	118
Figura 21	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M2-4</i>	119
Figura 22	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M2-5</i>	119

Figura 23	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M2-6.....</i>	120
Figura 24	<i>Promedio de todas las curvas Esfuerzo-Deformación Unitaria en las muestras 2 con adición de 0.12%.....</i>	120
Figura 25	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M3-1.....</i>	124
Figura 26	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M3-2.....</i>	125
Figura 27	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M3-3.....</i>	125
Figura 28	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M3-4.....</i>	126
Figura 29	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M3-5.....</i>	126
Figura 30	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M3-6.....</i>	127
Figura 31	<i>Promedio de todas las curvas Esfuerzo-Deformación Unitaria en las muestras 3 con adición de 0.16% de paja de arroz</i>	127
Figura 32	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M4-1.....</i>	130
Figura 33	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M4-2</i>	131
Figura 34	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M4-3.....</i>	131
Figura 35	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M4-4.....</i>	132
Figura 36	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M4-5</i>	132
Figura 37	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M4-6.....</i>	133
Figura 38	<i>Promedio de todas las curvas Esfuerzo-Deformación Unitaria en las muestras 3 con adición de 0.24% de paja de arroz</i>	133
Figura 39	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M1-1.....</i>	138
Figura 40	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M1-2.....</i>	138
Figura 41	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M1-3.....</i>	139
Figura 42	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M1-4.....</i>	139

Figura 43	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M1-5</i>	140
Figura 44	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M1-6</i>	140
Figura 46	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M2-1</i>	145
Figura 47	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M2-2</i>	146
Figura 48	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M2-3</i>	146
Figura 49	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M2-4</i>	147
Figura 50	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M2-5</i>	147
Figura 51	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M2-6</i>	148
Figura 52	<i>Promedio de todas las curvas Esfuerzo-Deformación Unitaria en las muestras 2 con adición de 0.12% de paja de arroz</i>	148
Figura 54	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M3-2</i>	153
Figura 55	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M3-3</i>	153
Figura 56	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M3-4</i>	154
Figura 57	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M3-5</i>	154
Figura 58	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M3-6</i>	155
Figura 59	<i>Promedio de todas las curvas Esfuerzo-Deformación Unitaria en las muestras 3 con adición de 0.16% de paja de arroz</i>	155
Figura 60	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M4-1</i>	160
Figura 61	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M4-2</i>	160
Figura 62	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M4-3</i>	161
Figura 63	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M4-4</i>	161
Figura 64	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M4-5</i>	162
Figura 65	<i>Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M4-6</i>	162

Figura 66	<i>Promedio de todas las curvas Esfuerzo-Deformación Unitaria en las muestras 4 con adición de 0.24% de paja de arroz</i>	163
Figura 67	<i>Plano de ubicación geográfica del laboratorio de suelos</i>	164
Figura 68	<i>Plano de ubicación geográfica de la cantera San Isidro - El Pongo</i>	165
Figura 69	<i>Ubicación geográfica de la cantera de estudio</i>	166
Figura 70	<i>Ubicación geográfica del valle de Shumba bajo</i>	166
Figura 71	<i>Croquis de Ubicación de la Ladrillera</i>	167
Figura 72	<i>Descarga de muestras de adobes estabilizados en el laboratorio de la UNC</i>	182
Figura 73	<i>Muestras de adobes y pilas</i>	182
Figura 74	<i>Almacenamiento de las muestras de pilas</i>	183
Figura 75	<i>Almacenamiento de los adobes y pilas en el laboratorio UNC – Asesor de tesis</i> .	183
Figura 76	<i>Cantera "San Isidro - El Pongo</i>	184
Figura 77	<i>Lugar de extracción de la tierra</i>	184
Figura 78	<i>Tierra para la elaboración de adobes</i>	185
Figura 79	<i>Tierra de la cantera</i>	185
Figura 80	<i>Ubicación de la ladrillera artesanal en la ciudad de Jaén</i>	186
Figura 81	<i>Acopio de cáscara de arroz.</i>	186
Figura 82	<i>Extracción de la materia prima de cenizas de cáscara de arroz.</i>	187
Figura 83	<i>187Ensayo contenido de humedad</i>	187
Figura 84	<i>Clasificando las muestras para cada ensayo</i>	188
Figura 85	<i>Tierra para adobes</i>	188
Figura 86	<i>Mezclas del 30% de cenizas de cáscara de arroz + tierra</i>	189
Figura 87	<i>Cortado de la paja de arroz</i>	189

Figura 88 <i>Elaboración de los adobes</i>	190
Figura 89 <i>Elaboración de los adobes</i>	190
Figura 90 <i>Presencia del Asesor- Tesista- técnico encargado del laboratorio de la UNC.</i>	191
Figura 91 <i>Fallas en el ensayo de la resistencia a compresión en unidades de adobes</i>	191
Figura 92 <i>Fallas en los adobes en el ensayo a la compresión de las pilas</i>	192
Figura 93 <i>Muestras de los adobes y pilas</i>	192
Figura 94 <i>Muestras del ensayo de Prueba “Presencia de Arcilla”</i>	193
Figura 95 <i>Muestras del ensayo de Prueba “Cinta de Barro”</i>	193

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es determinar los efectos de la fibra natural de paja de arroz en la resistencia a compresión de adobes estabilizados con ceniza de cáscara de arroz al 30%. Para lo cual se preparó cuatro distintas muestras con diferentes dosificaciones, de las cuales se elaboraron 10 adobes de 10x10x10 cm de cada muestra y 24 adobes de 12x24x8 cm de cada muestra, con las unidades de adobes se construyeron pilas de 04 unidades cada uno. La primera muestra se preparó con suelo, sin adición de ceniza ni paja de arroz; la segunda, tercera y cuarta muestra se preparó con suelo y una adición de 30% de ceniza de cáscara de arroz y una adición de 0.12%, 0.16% y 0.24% de fibra natural de paja de arroz, respectivamente. La clasificación del suelo utilizado para la elaboración de los adobes se realizó mediante el método SUCS. La resistencia a compresión de los adobes se determinó aplicando cargas en la máquina universal. Los resultados de las muestras, que incluyen 30% de CCA y variaciones de PA (0%, 0.12%, 0.16%, y 0.24%), presentaron variaciones en la resistencia última promedio con valores de 5.88, 5.85, 5.03 y 5.22 kgf/cm², respectivamente. Respecto a la resistencia última promedio de las pilas, se obtuvieron valores de 4.63, 4.29, 4.77 y 6.52 Kgf/cm² para las mismas dosificaciones. Al comparar los resultados de los ensayos realizados con los valores mínimos establecidos por la norma E. 080, se evidenció que las pilas de adobe elaborado con las muestras que tiene una adición 0.24% de fibra natural paja de arroz alcanza una resistencia última promedio alcanzando un valor de 6.52 kgf/cm², superando el límite establecido por la norma E.080 (6.12 kgf/cm²); las unidades de adobes de 10x10x10 cm no alcanzaron la resistencia mínima establecida por la norma (10.20 kgf/cm²).

Palabras clave: Adobe estabilizado, cenizas de cáscara de arroz, paja de arroz

ABSTRACT

The objective of this research is to determine the effects of natural rice straw fiber on the compressive strength of adobe bricks stabilized with 30% rice husk ash. For this purpose, four different samples with different dosages were prepared, from which 10 adobes of 10 x 10 x 10 x 10 x 10 x 10 x 10 adobes of 10x10x10 cm of each sample and 24 adobes of 12x24x8 cm of each sample, with the adobe units of 10x10x10 cm. sample, with the adobe units, piles of 04 units each were built. each. The first sample was prepared with soil, without the addition of ash or rice straw; the second, third and fourth samples were prepared with soil, without the addition of ash or rice straw. The second, third and fourth samples were prepared with soil and a 30% addition of ash and rice straw; the second, third and fourth samples were prepared with soil and a 30% addition of ash and rice straw. of 30% rice husk ash and an addition of 0.12%, 0.16% and 0.24% of rice straw natural fiber. natural rice straw fiber, respectively. The classification of the soil the classification of the soil used to make the adobes was carried out using the SUCS method. The compressive strength of the adobes was determined by applying loads in the universal machine. universal machine. The results of the samples, which include 30% of CCA and PA variations (0%, 0.12%, 0.16%, and 0.24%), presented variations in the average ultimate resistance with values of 5.88, 5.85, 5.03 and 5.22 kgf/cm², respectively. Regarding the average ultimate strength of the piles, values of 4.63, 4.29, 4.77 and 6.52 kgf/cm² were obtained for the same dosages. same dosages. When comparing the results of the tests carried out with the minimum values established by the minimum values established by the E. 080 standard, it was found that the adobe piles made with the samples piles of adobe made with the samples that have an addition of 0.24% of natural fiber, rice straw, reach a resistance of natural rice straw reached an average ultimate strength of 6.52 kgf/hr. 6.52 kgf/cm², exceeding the limit established by standard E.080 (6.12 kgf/cm²); the adobe units of 10x10x10 cm did not reach the limit established by standard E.080 (6.12 kgf/cm²). 10x10x10 cm did not reach the minimum resistance established by the standard (10.20 kgf/cm²).

Key words: Stabilized adobe, rice husk ash, rice straw.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento de la problemática

1.1.1. Contextualización.

El adobe es un material proveniente de la tierra que se compone principalmente de gravas, arena, arcilla y limos. Este material ha sido clave para el desarrollo de sociedades en términos constructivos, especialmente en países en vía de desarrollo debido a su bajo costo, facilidad constructiva y disponibilidad de materiales al alcance de las comunidades, debido a que estos usualmente se encuentran debajo de la primera capa en un corte estratigráfico (Costa, Cerqueira, Rocha, & Velosa, 2019).

A nivel mundial, la tierra es aquel material que cuenta con significativas cantidades de materias primas de arcilla utilizados en la producción de adobes o denominados ladrillos de tierra, considerados una unidad de albañilería. (Ríos & Vargas, 2021).

De acuerdo con el último Censo Nacional de Población y Vivienda de 2017, llevado a cabo por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en Perú, se destaca que las viviendas construidas con material de adobe constituyen el 27.9% del total de construcciones en el país. Este porcentaje se traduce en una cifra significativa de 2 millones 148 mil 494 viviendas, posicionándolas en el segundo lugar en cuanto a preferencia de material de construcción.

A nivel departamental, de acuerdo con los datos recopilados en el Censo Nacional 2017 – XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, llevado a cabo por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), se observa que el departamento de Cajamarca se posiciona en el tercer lugar en cuanto a la cantidad de viviendas construidas con adobe. Con un total de 264,310 viviendas, esta cifra representa el 70.3% del total de viviendas de adobe.

A nivel local, la provincia de Jaén tiene un total de 6 mil 961 viviendas de adobe, que representa el 29,5% del total de viviendas, según datos obtenidos de los Censos Nacionales 2017 – XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

Las edificaciones tradicionales construidas con adobe presentan una respuesta deficiente ante las sacudidas sísmicas, principalmente debido a su falta de ductilidad y su fragilidad inherente. Estas estructuras carecen de la capacidad de deformarse sin perder su integridad, lo que resulta en fallos abruptos durante eventos sísmicos. Este comportamiento sísmico inadecuado se atribuye al peso de las estructuras, su baja resistencia y su naturaleza frágil. (Ruiz & Vidal, 2014).

De acuerdo a Romero, I. y Pereyra, J., (2012). citado en Nieto Palomino & (Tello Pérez, 2019). las causas de un sistema complejo climatológico en nuestro país, como las lluvias torrenciales e inundaciones se deben a la relevancia de la Corriente del Niño, la Cordillera de los Andes y la famosa Corriente Oceánica de Humboldt. Estos eventos tienen repercusiones significativas en las viviendas, ya que la construcción predominante de albañilería de adobe muestra poca resistencia tanto a los fenómenos climáticos como a los sismos. Esto resulta en daños considerables en las viviendas, afectando las condiciones de vida de los propietarios.

En el contexto actual, con el desarrollo de nuevos materiales más resistentes que el adobe, existe una gama muy amplia de combinaciones para la estabilización del adobe. Los aditivos más comunes para la estabilización del adobe se dividen en tres categorías: minerales, sintéticos y de origen orgánico. Como consecuencia, se han desarrollado múltiples investigaciones que tienen como objetivo evaluar el desempeño de los aditivos en el adobe. Entre los aditivos estudiados se encuentran: arena, puzolana, cenizas, cal, limos, yeso, jabón, bitumen, fibras de diversas plantas, aceites, caseína, entre otros. (Ali Bahobail, 2012).

1.1.2. Descripción del problema

El adobe es ampliamente empleado gracias a su bajo costo; sin embargo, factores como la lluvia, el viento, los sismos y las características naturales de los suelos utilizados, generalmente arcillosos, hacen que este material tenga afinidad por el agua. Esta afinidad reduce la resistencia a la compresión y desintegración al entrar en contacto con el agua, lo que resulta en una relativamente limitada de las estructuras construidas con adobe. (Rios Pérez, 2010).

En la Provincia de Jaén gran parte de las construcciones de adobes se ejecutan de manera empírica, sin una adecuada dosificación de sus materiales y en cuanto al proceso de secado se realiza al aire libre, estos factores no cumplen con lo que indica la norma E.080 “Diseño y construcción con tierra reforzada”. Otros factores negativos que afectan a las viviendas de adobe son la presencia de fenómenos naturales como lluvias intensas que se presentan entre los meses de enero a marzo, los fuertes vientos y la ubicación en el mapa de zonificación sísmica, puesto que la provincia se ubica en la Zona II con un riesgo sísmico intermedio. Lo descrito anteriormente contribuye a que las construcciones de adobe presenten una vulnerabilidad significativa frente a desastres naturales, puesto que tienen una resistencia y limitada.

1.2. Formulación del problema

¿Cuáles son los efectos en la resistencia a compresión en adobes y en pilas de adobes estabilizado con un 30% de cenizas de cáscara de arroz al incorporar fibra natural de paja de arroz, en la provincia de Jaén - Cajamarca?

1.3. Justificación de la investigación

Justificación practica: En muchas regiones, el uso de adobes es común en la construcción de viviendas. El estudio de la incorporación de fibra de paja de arroz en estos adobes puede contribuir a mejorar su resistencia y, por lo tanto, su y seguridad. Esto tiene implicaciones prácticas

directas en la eficiencia y sostenibilidad de las construcciones, así como en la seguridad y bienestar de las personas que habitan estas edificaciones.

Justificación teórica: El estudio de los efectos de la fibra de paja de arroz en los adobes estabilizados contribuirá al conocimiento existente sobre el uso de materiales sostenibles en la construcción. Asimismo, permitirá la obtención de datos cuantitativos que permitan comprender mejor el comportamiento mecánico de los adobes y su influencia en la resistencia de las estructuras. Esto ayudará a fortalecer el conocimiento teórico en el ámbito de la ingeniería civil y promoverá la investigación en el campo de los materiales de construcción sostenibles y promover su aplicación en la industria.

Justificación metodológica: Al utilizar diferentes dosificaciones de fibra de paja de arroz en los adobes estabilizados, se podrá evaluar el impacto de esta variable en la resistencia a compresión del adobe y de las pilas. Además, al seguir la norma E.080 se garantiza la aplicación de estándares de calidad y la comparabilidad de los resultados con otras investigaciones.

Esta metodología permitirá obtener resultados confiables y reproducibles, lo que contribuirá a la validez y la generalización de los hallazgos de la investigación.

Justificación social: El uso de materiales de construcción sostenibles y técnicas de construcción de bajo costo es esencial para promover el desarrollo sostenible y mejorar la calidad de vida en comunidades vulnerables. Al investigar y demostrar los beneficios de la fibra de paja de arroz en los adobes estabilizados, se podrán generar recomendaciones y pautas para su implementación en proyectos de vivienda y construcciones comunitarias. Esto contribuirá a mejorar la infraestructura y promover el acceso a viviendas seguras y sostenibles en áreas rurales y en desarrollo de la provincia de Jaen - Cajamarca.

1.4. Delimitaciones de la investigación

- Las proporciones de 30% de CCA y diferentes dosificaciones de fibra natural PA (0%, 0.12%, 0.16%, y 0.24%).
- El suelo empleado proviene de la cantera San Isidro - El Pongo.
- La investigación se realizó entre los meses de agosto 2022 a noviembre del 2023.
- Los ensayos fueron realizados en el Laboratorio de Ensayos de Materiales de la Universidad Nacional de Cajamarca, Laboratorio Químico LEZAMA E.I.R.L y laboratorio certificado Guersan-ingenieros SRL.

1.5. Limitaciones:

- Los resultados serán utilizados para los materiales con características similares a los provenientes de la cantera San Isidro – El Pongo, ubicada en la provincia de Jaén.
- Para obtener resultados más confiables de las propiedades de los materiales, los ensayos se tuvieron que realizar en laboratorios de la ciudad de Cajamarca puesto que en la provincia de jaen los laboratorios existentes no cuentan con certificación de calidad.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

- Determinar los efectos de la incorporación de fibra natural de paja de arroz en la resistencia del adobe estabilizados con un 30% de cenizas de cáscara de arroz en la provincia de Jaén – Cajamarca.

1.6.2. *Objetivos Específicos*

- Determinar la resistencia a compresión del adobe sin la presencia de ceniza de cáscara de arroz (CCA) y sin paja de arroz (PA).
- Evaluar la resistencia a compresión del adobe con un 30% de ceniza de cáscara de arroz (CCA) y diversas dosificaciones de paja de arroz (PA) (0.12%, 0.16%, 0.24%), en proporción al suelo de la mezcla.
- Determinar la resistencia a compresión de las pilas sin la presencia de ceniza de cáscara de arroz (CCA) y sin paja de arroz (PA).
- Evaluar la resistencia a compresión de las pilas con un 30% de ceniza de cáscara de arroz (CCA) y diversas dosificaciones de paja de arroz (PA) (0.12%, 0.16%, 0.24%), en proporción al suelo de la mezcla.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes teóricos

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Santiago Fresneda, Jefferson Méndez (2019), en su tesis titulada: “Impermeabilizante natural a partir de la ceniza de cascarilla de arroz para muros en adobe”, Colombia. Resultados de la ceniza, desempeñan un papel esencial en la construcción al sustituir hasta un 30% del cemento en mortero o concreto, proporcionando propiedades puzolánicas y una opción eco amigable. La sílice amorfa, extraída de la ceniza de cáscara de arroz, se destaca como un componente clave, demostrando ser altamente reactiva y capaz de conferir propiedades impermeabilizantes. Este proyecto no solo tiene como objetivo proteger los muros de adobe contra condiciones climáticas adversas, sino también abogar por el uso de materiales ecológicos, atendiendo a las necesidades de los sectores vulnerables de la sociedad. Se empleó la ceniza de cáscara de arroz, sábila y agua en distintas proporciones para crear un impermeabilizante, y los resultados revelaron que las muestras tratadas resistieron eficazmente la desintegración y el paso del agua, preservando las condiciones físicas del adobe. En última instancia, este enfoque se orienta a fomentar la sostenibilidad en la construcción mediante la utilización responsable de recursos naturales con el propósito de minimizar el impacto ambiental.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Masgo, Quintana, & Reyes, (2021) en su tesis “Adobes con ceniza de cáscara de arroz aplicados a la construcción de arcos para vanos arquitectónicos sin dintel en viviendas de tierra en la Comunidad de Chinche, distrito Yanahuanca - Pasco – 2021”,

La investigación se centró en la relación entre cenizas de cáscara de arroz y paja de arroz

en la fabricación de adobes, evaluando dos patrones distintos, "TA" y "TB", con dimensiones de 24 x 12 x 9 y 24 x 24 x 9 respectivamente. Los resultados de las pruebas de compresión en el patrón "TA" revelaron valores en el rango de 17.03 kg/cm² a 21.73 kg/cm², sin embargo, se identificaron fisuras después de las pruebas. En el patrón "TB" con dimensiones de 24 x 24 x 9, los resultados de las pruebas de compresión variaron entre 6.30 kg/cm² y 9.60 kg/cm². Estos resultados obtenidos indican que la adición de ceniza de cáscara de arroz mejora la resistencia de los adobes, superando los estándares de la normativa E.080. La combinación específica de agua, tierra arcillosa, arena, paja y ceniza de cáscara de arroz en proporciones de 40g (TA-01) y 120g (TB-03) se identifica como la opción más eficiente en términos de obtención de materiales, trabajabilidad, versatilidad, costo, variación de dimensiones y resistencia. Se concluye que la ceniza de cáscara de arroz, combinada con tierra semi arcillosa, estabiliza adecuadamente el adobe y demuestra eficacia en resistir la erosión del agua. En resumen, la ceniza de cáscara de arroz se posiciona como la mejor alternativa para la fabricación de adobes, ofreciendo beneficios significativos en diversos aspectos.

Domínguez, J. y Ortiz, A. (2021) en su tesis "Resistencia a la compresión del adobe con paja de arroz, Chimbote - Ancash" de la Universidad Cesar vallejo, Perú. Los resultados obtenidos revelan que, a los 30 días, la resistencia a la compresión de los cubos fue la siguiente: para el adobe tradicional, 14.61 kg/cm²; con un 5% de paja de arroz, 15.61 kg/cm²; y con un 10% de paja de arroz, 16.82 kg/cm². En cuanto a las pilas a los 30 días, la resistencia fue de 3.15 kg/cm² para el adobe tradicional, 4.28 kg/cm² con un 5% de paja de arroz y 5.28 kg/cm² con un 10% de paja de arroz. Respecto a la resistencia por aplastamiento de los adobes, a los 10, 20 y 30 días, el adobe tradicional mostró valores de 0.0437, 0.0717 y 0.1013 kg/cm², respectivamente. Con un 5% de paja de arroz, las cifras fueron de 0.0575, 0.0867 y 0.1154 kg/cm² en esos mismos

intervalos, mientras que con un 10% de paja de arroz se alcanzaron 0.0578, 0.0875 y 0.1158 kg/cm². En conclusión, al agregar un 5% y 10% de paja de arroz al adobe, se logra una mejora significativa en la resistencia a la compresión en comparación con el adobe tradicional, manteniendo la conformidad con las normativas establecidas en la norma E.080.

León, B. (2019) en su tesis “Resistencia a la compresión en adobe, estabilizado en 2% y 3% con cenizas de cáscara de arroz” de la Universidad San Pedro, Perú.

Las unidades de adobe patrón, con la adición de cenizas, han exhibido resultados significativos en cuanto a la resistencia a la compresión durante el proceso de secado a la sombra. A los 10 días, se registró una resistencia promedio de 13.61 kg/cm², la cual experimentó un aumento al alcanzar los 15.77 kg/cm² a los 20 días. Posteriormente, a los 30 días de secado bajo sombra, se obtuvo una resistencia promedio de 16.24 kg/cm². La resistencia a la compresión del adobe patrón comenzó en 13.61 kg/cm². A los 20 días, se observa una mejora en el incremento de la resistencia, llegando a 15.77 kg/cm². Sin embargo, a los 30 días de secado bajo sombra, la resistencia no logra superar el promedio de 16.24 kg/cm² del adobe patrón. Esto sugiere que a medida que se incrementa la concentración de óxido de silicio, la resistencia se desarrolla de manera más efectiva durante periodos de secado más prolongados. En resumen, estos resultados ponen de manifiesto la influencia directa del tiempo de secado y la concentración de óxido de silicio en la resistencia a la compresión del adobe, subrayando la importancia de tener en cuenta estos factores para optimizar las propiedades mecánicas del material.

2.1.3. Antecedentes locales

Briones, T. y Estrada, W. (2018) “Compresión axial del adobe compactado con fibras de paja ichu, Paja de arroz y Paja de trigo” de la Universidad Privada del Norte, Perú. Cajamarca

Los resultados obtenidos para la resistencia a compresión del adobe al agregar paja de arroz

en porcentajes del 5%, 10% y 15%, se logró una resistencia de 24.25 kg/cm², 21.09 kg/cm² y 17.65 kg/cm², respectivamente. Todos estos valores superan los requerimientos establecidos por la NTP E.080 - 2017, que especifica un límite de 10.2 kgf/cm². de los resultados obtenidos, se destaca que los bloques de adobe elaborados con adiciones de paja de arroz en porcentajes del 5% y 10% superan la resistencia a la compresión de la muestra patrón en un 15.34% y 0.30%, respectivamente. Sin embargo, en el caso del porcentaje del 15%, se observa un déficit en la resistencia a la compresión del 16.07% con respecto a la muestra. En conclusión, los mejores resultados se encuentran en los especímenes de adobes con adición de paja de arroz en los porcentajes del 5% y 10%, los cuales logran superar el límite de resistencia última establecido.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Adobe

Unidad compuesta de tierra cruda, que puede obtenerse al ser combinada con elementos como paja o arena de mayor grosor con el propósito de incrementar su firmeza y longevidad. (NORMA E.080, 2020).

El adobe se describe como una estructura compacta sin necesidad de cocción, destacándose por su versatilidad y su contribución a la sostenibilidad en la construcción. (Rivera, 2012).

2.2.2. Tipos, formas y dimensiones de adobes

- **Tipos de adobes**

Adobes: es un componente a base de barro que se elabora con las manos, relleno en moldes para después dejarlos expuesto bajo sombra para después dejarlos expuesto bajo sombra para que puedan secar a la perfección y no tener rajaduras. (Masgo, Quintana & Reyes, 2021).

Adobones: Estos son con grandes anchuras, pero para la respectiva elaboración siempre deben de ser manejables con las manos. En estos adobones se suele agregar algunos elementos para que el peso sea menos y la gran ventaja es que al ser estas grandes solo se construyen menores cantidades para una construcción. (Masgo, Quintana & Reyes, 2021).

Adobe compactado: Son piezas prismáticas de tierra donde se llevan a los moldes para su fabricación, donde sabemos que la principal característica de la tierra está basada al comprimido cuando está dentro del molde, donde aumenta su densidad y firmeza mecánica. Hacer un buen comportamiento se realiza para aprovechar las ventajas que tiene los adobes tradicionales y minimizar las desventajas, se debe de mezclar homogéneamente los agregados y seguidamente se agrega una fuerza de compactación. Con la compactación aumenta la densidad del adobe y de esta manera logra incrementar su resistencia mecánica. (Masgo, Quintana & Reyes, 2021).

Adobe estabilizado: Es un material de construcción que se obtiene mediante la adición de estabilizantes a la mezcla tradicional de adobe (emulsión asfáltica, cemento, cal, etc.) con el propósito de mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad. (Brito, Marvila, Linhares & Azevedo, 2023).

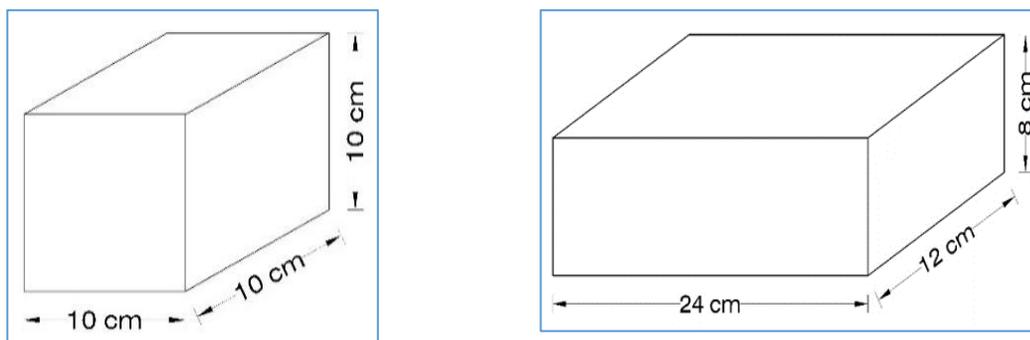
La estabilización de suelos se define como el mejoramiento de la matriz del material al incrementar su resistencia y capacidad de carga, y al disminuir su sensibilidad al agua y cambios volumétricos durante el ciclo de humedecimiento y secado. Este mejoramiento es posible con la adición de diversos materiales que actúan en el aspecto físico-químico sobre el sistema aire-agua del suelo, para promover tales incrementos

en las propiedades que se desean mejorar, según una aplicación particular (Ngowi, 1997).

- **Formas y dimensiones de adobes**

Figura 1

Dimensiones de los bloques de adobe



Según Norma E.080 de diseño y construcción con tierra reforzada:

- El adobe puede tener diversas formas, ya sea cuadrada o rectangular, y en situaciones especiales, como en encuentros de construcción, pueden tener ángulos que no sean de 90° .
- En el caso de los adobes cuadrados, es importante que no excedan los 0.40 metros de lado debido a consideraciones de peso.
- Para los adobes rectangulares, su longitud debe ser el doble de su anchura.
- En cuanto a la altura de los adobes, esta debe estar dentro del rango de 0.08 metros a 0.12 metros.

Estas especificaciones son relevantes para asegurar la adecuada manipulación y estabilidad de los bloques de adobe en la construcción. (E.080, 2020).

2.2.3. Paja de arroz

Se refiere al tallo seco de cereales como trigo, centeno, cebada, avena, mijo, así como de plantas fibrosas como lino, cáñamo y arroz. Esta parte se encuentra entre la raíz y la espiga de la planta. La paja es un recurso renovable que, a través de la fotosíntesis y la absorción de agua y minerales, se forma gracias a la energía solar. Su composición incluye celulosa, lignina y sílice, y su superficie es cerosa e impermeable.

Cuando se utiliza paja en la construcción con fardos, se recomienda preferentemente la paja de trigo, avena, arroz y centeno, ya que son más estables y adecuadas. En contraste, la paja de cebada y avena tiende a ser menos conveniente debido a su menor estabilidad. Es importante destacar que la paja se descompone gradualmente debido a su alto contenido de silicatos. (Saras chutas & Champi Chávez, 2016).

2.2.4. Cáscara de arroz

La cascarilla de arroz es un producto secundario generado durante la molienda del arroz, y se obtiene al separar el grano de arroz de su cáscara. Este material ha atraído la atención en el ámbito de la construcción sostenible debido a las características especiales que posee. (Croper, 2023)

La cáscara de arroz se utiliza como una fibra en la fabricación de adobes, y posee cualidades destacadas que la convierten en una opción atractiva para la construcción sostenible. Es mecánicamente más resistente que la paja de trigo muestra una mayor repelencia al agua y tiene una degradación más lenta. Por lo tanto, puede ser una fibra altamente beneficiosa cuando se combina con tierra en métodos tradicionales de construcción, como el adobe. (Benites, 2017).

2.2.5. Cenizas de cascarilla de arroz

La ceniza de cáscara de arroz se produce mediante una quema controlada de la cáscara de arroz, lo que resulta en un material con un alto contenido de sílice. Esta ceniza presenta propiedades puzolánicas y está ampliamente disponible en todo el mundo, lo que la convierte en una opción prometedora para su aplicación en la industria de la construcción. (Llamoga, 2017)

La sílice está presente en diversos vegetales en cantidades significativas, desempeñando un papel tanto en funciones estructurales como en el fortalecimiento de los mismos. La existencia de sílice en la estructura de la cáscara de arroz se documenta desde el año 1938. (Masgo, Venancio, Berenize & Reyes, 2021).

▪ **Composiciones de las cenizas de cáscara de arroz**

Los altos consumos de recurso naturales tienen grandes posibilidades a la utilización de dichos materiales para la construcción, el cual también disminuye el consumo energético y así mismo disminuiría el consumo de cemento y ser sustituido por la ceniza de cáscara de arroz que tiene abundante silicio en su composición química. (Masgo, Quintana & Reyes, 2021).

▪ **Composición química de la ceniza de cáscara de arroz**

La composición química de la cascarilla de arroz, contiene un componente muy potente lo cual es el óxido de silicio (SiO_2), con un porcentaje de 89.78% respectivamente. (Masgo, Quintana & Reyes, 2021).

La sílice dentro de la estructura de la cascarilla de arroz, se observa que tiene un beneficio muy importante debido a que contiene un 85% de material orgánico, el cual tiene celulosa, lignina y pequeñas partículas de D-galactose y una alta reactividad sílice, también

es utilizada para eliminar impurezas de las plantas residuales. (Masgo, Quintana & Reyes, 2021).

Asimismo, la sílice es un bio-producto de un compuesto natural, en lo cual tiene una característica muy peculiar debido a sus componentes químicos que posee, además tiene un proceso de cómo se obtiene la adherencia de la sílice para la utilización como compuestos de agregados en materiales de construcción. (Masgo, Quintana & Reyes, 2021).

- **Propiedades físicas y mecánicas**

Los residuos de producción agrícolas están siendo evaluados para posibles materiales puzolánicos, como la ceniza de cascarilla de arroz, maíz y bagazo de caña, el cual presentan cantidades de sílice amorfa en su composición química, para determinar su caracterización física y química es a través de ensayos de resistencia y compresión, esto para determinar la factibilidad practica para la utilización de los posibles materiales puzolánicos. (Masgo, Quintana & Reyes, 2021).

Así mismo el articulo abarco ensayos de resistencia y compresión para su influencia en el mortero, estos materiales son un aditivo eficaz que tienen grandes posibilidades de reemplazar al cemento en las mezclas, el cual también mejora las propiedades del concreto. (Masgo, Quintana & Reyes, 2021).

- **Caracterizaciones físico químico de la ceniza de arroz**

Desde el punto de vista físico, la ceniza tiene una gravedad especifico mucho menos que el cemento, el cual conlleva a un peso ligero, para la elaboración del concreto, así mismo desarrolla una gran ventaja constructiva y económica. La ceniza de cascarilla de arroz, tiene una facilidad en la molinera, el cual tiene una superficie de $9.48\text{cm}^2/\text{g}$, y es más que el cemento y se logra obtener una finura en la ceniza que aporta maravillosos beneficios

económicos para las construcciones futuras. (Masgo, Quintana & Reyes, 2021).

Asimismo, desde el punto químico, la ceniza de cáscara de arroz contiene un alto porcentaje en sílice (SIO), donde posee un 80.33% de, la ceniza de cascarilla de arroz es más reactiva a diferencia de los demás residuos sostenibles, el cual es muy eficiente y también reduce la humedad y pérdida al fuego. Con el cual el material es puro y por lo tanto desarrolla porcentajes de sílice y con ello la capacidad puzolánica y contiene un alto contenido del álcali, oxido de potasio. (Masgo, Quintana & Reyes, 2021).

2.3. Propiedades a evaluar del adobe

2.3.1. Resistencia a la compresión

Criterios a seguir en el ensayo según la norma E.080:

- La Resistencia se mide mediante el ensayo de compresión del material en cubos de 0.1 m de arista.
- La Resistencia última: $f_o = 1.0 \text{ MPa} = 10.2 \text{ kgf/cm}^2$.
- Se debe cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada.

2.3.2. Resistencia de las pilas a la compresión

Criterios a seguir en el ensayo según la norma E.080:

- La resistencia última: $0.6 \text{ MPa} = 6.12 \text{ kgf/cm}^2$.
- El ensayo de compresión de las pilas de adobe o tapial de altura igual a tres veces la menor dimensión de la base (aproximadamente).
- Se debe cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada.

2.4. Pruebas de campo “In Situ” para el suelo

según la Norma E. 080 (Diseño y construcción con tierra reforzada, 2020):

- **Prueba “cinta de barro”**

Para realizar una evaluación inicial de la presencia de arcilla en un suelo, se puede llevar a cabo la prueba conocida como "Cinta de barro" en un tiempo aproximado de 10 minutos. Consiste en utilizar una muestra de barro con una humedad que permita la formación de un cilindro de 12 mm de diámetro. Al sostener este cilindro en una mano, se procede a aplanarlo gradualmente entre los dedos pulgar e índice, formando así una cinta con un espesor de 4 mm, la cual se deja caer hasta su longitud máxima. Si la cinta alcanza entre 20 cm y 25 cm, indica que el suelo posee un alto contenido de arcilla. Por otro lado, si la cinta se corta a los 10 cm o menos, sugiere que el suelo tiene un bajo contenido de arcilla. (E.080, 2020).

- **Prueba “Presencia de Arcilla” o “Resistencia seca”.**

Formar cuatro bolitas con tierra de la zona. Utilizar la tierra de la zona que se considera apropiada para emplearla como material de construcción y agregarle una mínima cantidad de agua para hacer cuatro bolitas (ver imagen adjunta). La cantidad de agua es la mínima necesaria para formar sobre las palmas de las manos cada una de las bolitas, sin que éstas se deformen significativamente a simple vista, al secarse. (E.080, 2020).

Dejar secar las cuatro bolitas. Las cuatro bolitas deben dejarse secar por 48 horas, asegurando que no se humedezcan o mojen por lluvias, derrames de agua, etc. (E.080, 2020).

Presionar las cuatro bolitas secas. Una vez transcurrido el tiempo de secado, se debe presionar fuertemente cada una de las bolitas con el dedo pulgar y el dedo índice de una mano (ver imagen adjunta). En caso que luego de la prueba, se quiebre, rompa o agriete al menos una sola bolita se debe volver a formar cuatro bolitas con los mismos materiales y dejando secar en las mismas condiciones anteriores. (E.080, 2020).

Luego del tiempo de secado, se debe repetir la prueba. Si se vuelve a romper, quebrar o agrietar, se debe desechar la cantera de suelo donde se ha obtenido la tierra. Salvo que se mezcle con arcilla o suelo muy arcilloso. En caso, que luego de la prueba no se rompa, no se quiebre o no se agriete ninguna de las cuatro bolitas, dicha cantera puede utilizarse como material de construcción. (E.080, 2020).

- **Prueba “Contenido de humedad”**

Formar una bola con tierra de la zona del tamaño de un puño y comprimirla fuertemente. Soltarla a un suelo firme y plano desde una altura de 1.10 m. (E.080, 2020).

La condición del suelo se determina mediante la prueba de la bola de tierra: si se desintegra al tocar el suelo, está demasiado seco; si se rompe en cinco pedazos o más, el contenido de humedad es adecuado; y si se aplasta sin desintegrarse, el contenido de humedad es demasiado alto (E.080, 2020).

2.5. Clasificación del Suelo para el adobe

2.5.1. Norma E.080 (Diseño y construcción con tierra reforzada, 2020):

Arcillas

Único material activo e indispensable del suelo. En contacto con el agua permite su amasado, se comporta plásticamente y puede cohesionar el resto de las partículas inertes del suelo formando el barro, que al secarse adquiere una resistencia seca que lo convierte en material constructivo. Tiene partículas menores a dos micras (0.002). (E.080, 2020).

Limos

Es un material componente inerte, estable en contacto con agua y sin propiedades cohesivas, constituido por partículas de roca con tamaños comprendidos entre 0.002 mm y 0.08 mm. (E.080, 2020).

Arena fina

Es un componente inerte, estable en contacto con agua y sin propiedades cohesivas, constituido por partículas de roca con tamaños comprendido entre 0.08 mm y 0.50 mm. Como el limo puede contribuir a lograr una mayor compacidad del suelo, en ciertas circunstancias. (E.080, 2020).

Arena gruesa

Es un componente inerte, estable en contacto con el agua, sin propiedades cohesivas, constituido por partículas de roca comprendidas entre 0.6 mm y 4.75 mm (según Normas Técnicas Peruanas y/o las mallas N° 30 y N° 4 ASTM) que conforman la estructura granular resistente del barro en su proceso de secado. La adición de arena gruesa a suelos arcillosos disminuye el número y espesor de las fisuras creadas en el

proceso de secado, lo que significa un aumento de la resistencia del barro seco según se ha comprobado en el laboratorio. (E.080, 2020).

2.5.2. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)

Sistema concebido para permitir la identificación de los suelos en el terreno, los agrupa de acuerdo con su comportamiento como material para construcción en función de sus propiedades de granulometría y plasticidad. (Rolando Ríos Ávila, 00:16:49 UTC).

Tabla 1

Asignación de los suelos, se utilizan los símbolos en letras

Tipo de Suelo	Prefijo	Subgrupo	Sufijo
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobrementemente graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Limite liquido alto (> 50)	H
Turba	Pt	Limite liquido bajo (< 50)	L

Fuente: Fannyly Ramos Ortiz, 04:19:02 UTC.

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

Suelos de grano grueso

Los suelos de grano grueso se subdividen en gravas (G) y arenas (S), las gravas contienen un porcentaje mayor de la fracción gruesa retenida en el tamiz N° 4 y las arenas son aquellos suelos cuya porción pasa el tamiz N° 4. Tanto las gravas como las arenas se

dividen en cuatro grupos secundarios: GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, SC respectivamente, según la cantidad, el tipo de los finos y la forma de la curva granulométrica.

Suelos de grano fino

Un suelo se considera fino si pasa más del 50% de sus partículas por el tamiz N.º 200. Los suelos de grano fino se subdividen en limos (M) y arcillas (C), según su límite líquido y su índice de plasticidad. El limo y la arcilla se dividen a su vez en dos grupos secundarios, basados en el hecho que el suelo tiene un límite líquido bajo (L = Low) o alto (H = High).

Grupos CL y CH (constituidos por arcillas inorgánicas)

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

Grupos ML y MH (constituidos por limo inorgánicos)

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

Tabla 2

Clasificación de suelos (S.U.C.S)

Criterios para asignar grupos de símbolos y grupos de nombres utilizando pruebas de laboratorio				Clasificación de Suelo B		
				Símbolo de Grupo	Nombre de grupo	
SUELOS DE GRANO GRUESO	Grava (Más del 50% de la fracción gruesa retenida en un tamiz No.4)	Gravas Limpias (Menos del 5% fino)	$Cu \geq 1$ y $1 \leq Cc \leq 3$	GW	Grava bien clasificada	
			$Cu < 4$ y/o $[Cc < 1$ o $Cc > 3]$	GP	Grava pobremente clasificada	
	Más del 50% retenido en un tamiz No.200	Arena Limpia (fina menos del 5%)	Arena Fina (Más del 12% fina)	Fina clasifica como ML o MH	GM	Grava Limosa
				Fina clasifica como Cl o CH	GC	Grava Arcillosa
SUELOS DE GRANO FINO	Légamos y Arcilla	Inorgánico	$Pl > 7$ y estructura sobre o por encima línea "A"	CL	Arcilla Magra	
			$Pl < 4$ o estructura bajo línea "A"	ML	Légamo	
	Límite Líquido Menor a 50	Orgánico	Orgánico	Límite Líquido – más seco < 0.75	OL	Arcilla Orgánica
				Límite Líquido – no seco		Légamo Orgánico
50% o más pasa por un tamiz No. 200	Légamos y Arcilla	Inorgánico	Pl estructura sobre o por encima línea "A"	CH	Arcilla Grasa	
			Pl estructura bajo línea "A"	MH	Légamo Elástico	
	Límite Líquido Mayor a 50	Orgánico	Orgánico	Límite Líquido – más seco < 0.75	OH	Arcilla Orgánica
				Límite Líquido – no seco < 0.75		Légamo Orgánico
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICO	Materia primordialmente orgánica, de color oscuro y hedor orgánico.			PT	Turba	

Fuente: ASTM 2487-17

2.6. Ensayos de Mecánica de Suelos

2.6.1. Contenido de Humedad

(Norma ASTM D 2216)

Se define como la cantidad de agua presente en un suelo o material dividida por la masa de sólidos secos y expresada como un porcentaje; de acuerdo a lo anterior entonces es la relación del peso del agua contenida en la muestra y el peso de la muestra secada en la estufa, expresada en tanto por ciento.

2.6.2. Peso Específico

(Norma ASTM D854)

Es el resultado de la relación entre el peso y el volumen. Es común en el área de la mecánica de suelos manejar de forma equívoca, el peso específico como densidad.

2.6.3. Límites de Consistencia o Límites de Atterberg

La NTP 339.129 explica que los límites de Atterberg o límites de consistencia se basan en el concepto de que los suelos finos, presentes en la naturaleza, pueden encontrarse en diferentes estados, dependiendo del contenido de agua. Así un suelo se puede encontrar en un estado sólido, semisólido, plástico, semilíquido y líquido. La arcilla, por ejemplo, al agregarle agua, pasa gradualmente del estado sólido al estado plástico y finalmente al estado líquido.

Límite Líquido (LL).

(Norma ASTM D4318-00)

Es la humedad del suelo por la cual éste pasa (frontera) del estado semi líquido al plástico.

Límite Plástico (LP).

(Norma ASTM D4318-00,1984)

Se define como Límite Plástico al contenido de agua, expresado en porcentaje respecto al peso del suelo seco, donde el suelo cambia de estado plástico a semi-sólido.

El contenido de agua, en porcentaje, de un suelo en el límite entre los estados plástico y quebradizo. (deleznables). El contenido de agua en el cual un suelo no puede ser más deformado al enrollarlo en 3.2 mm (1/8 pulgadas) en diámetro de hebra sin desmenuzarlo.

2.6.4. Análisis Granulométrico

(Norma ASTM D 422)

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

2.7.TÉRMINOS BÁSICOS

Adobe estabilizado: Es el adobe en el que esta adicionado otros materiales (cal, asfalto, cemento, etc.) con la finalidad de mejorar sus condiciones de estabilidad a la presencia de humedad y resistencia a la compresión. Barrantes, P.B. (2023).

Paja de arroz: Es el tallo seco especialmente los cereales como el arroz, una vez cortado y desechado, después de haber separado el grano o semilla mediante la trilla. Barrantes, P.B. (2023).

Ceniza de cáscara de arroz: Se obtiene a partir de la combustión de la cáscara de arroz Es un material con grandes propiedades de sílice y químicos de puzolanas, este material se

encuentra en las peladoras y molinos como un material desechable. Bastidas & Ortiz (2016).

Resistencia a Compresión: Es la capacidad de un material para resistir un peso específico, expresado en esfuerzos como kg/cm² o MPa. Esta propiedad implica la resistencia del material a fuerzas opuestas, lo que lo comprime. Sin embargo, una vez que cesa la fuerza aplicada, el material puede volver a su forma y tamaño originales. (Masgo, Quintana & Reyes, 2021).

CAPÍTULO III

PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

El uso de distintas dosificaciones de fibra natural paja de arroz aumentara la resistencia a compresión en los adobes y en las pilas de adobes estabilizados con ceniza de cáscara de arroz al 30%.

3.2. Variables de la investigación

Variable dependiente

- ✓ Resistencia a la compresión de adobes.
- ✓ Resistencia a la compresión de las pilas.

Variable Independiente

- ✓ Fibra natural paja de arroz.

CAPITULO IV MATERIALES Y MÉTODOS

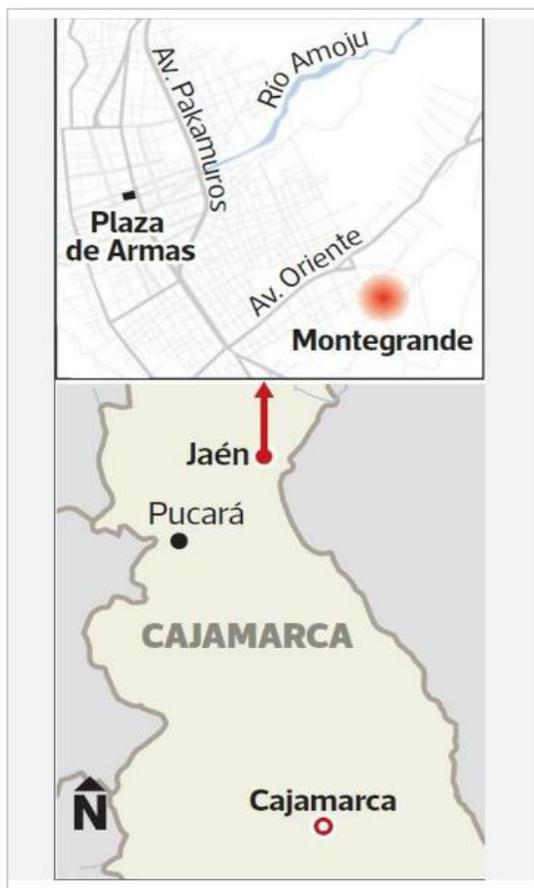
4.2. Ubicación geográfica

4.2.1. Ubicación geográfica de la cantera

Cantera "San isidro - pongo" en la Ciudad de Jaén, Cajamarca.

Figura 2

Ubicación de cantera y lugar de estudio



Coordenadas Geográficas

Este: 745981.00 m

Norte: 9369026.00 m S

Descripción

La cantera " San isidro - pongo " se encuentra en la Ciudad de Jaén, Cajamarca.

Referencia

Sector Montegrando (Bosques Secos-Gotas de Agua).

Distancia: 3 kilómetros de la plaza central de Jaén.

Referencia al plano: Consultar el plano de ubicación geográfica en los anexos, Figura 67.

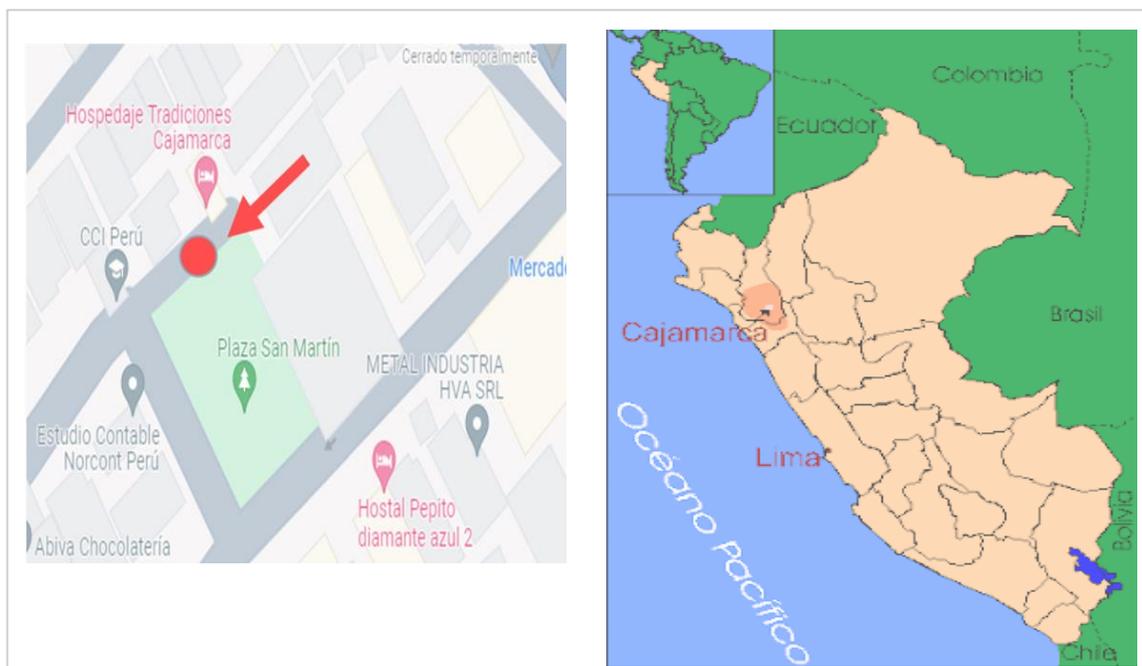
Fuente: Google Earth

4.2.2. Ubicación Geográfica de los laboratorios que se emplearon

Laboratorio de Mecánica de Suelos **Guersan ingenieros SRL** en la Ciudad de Cajamarca

Figura 3

Ubicación del laboratorio de suelo (Guersan ingenieros SRL).



Fuente: Google Earth

Coordenadas Geográficas:

Norte: 9206976.14

Este: 775833.62

Ubicación Detallada:

Departamento: Cajamarca

Provincia: Cajamarca

Distrito: Cajamarca

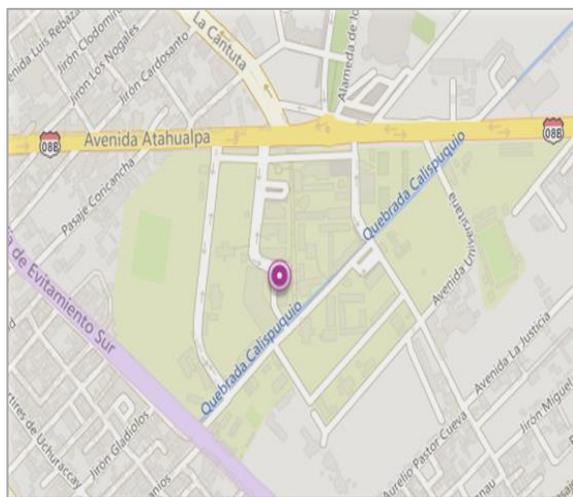
Dirección:

PSJ. DIEGO FERRE N°295, Barrio San Martín. Referencia al plano: anexos, Figura 68.

El Laboratorio de Ensayos de Materiales de la Universidad Nacional de Cajamarca de la facultad de Ingeniería Civil:

Figura 4

Ubicación del laboratorio de materiales-unc



Fuente: Google Maps

Coordenadas Geográficas

Norte: 9,207,021.47

Este: 776,500.60

Ubicación Geográfica Detallada

Departamento: Cajamarca.

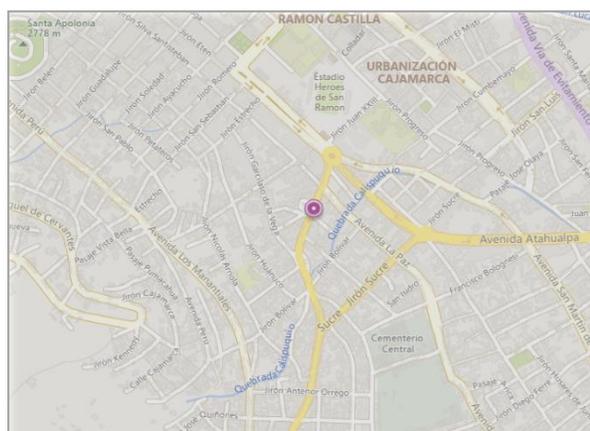
Provincia: Cajamarca.

Distrito: Cajamarca.

Laboratorio Químico “Empresa de Análisis Químico Lezama EIRL”

Figura 5

Ubicación del laboratorio Químico



Fuente: Google Maps

Dirección en Cajamarca: Jr.

Independencia N° 226,
Cajamarca.

Dirección: Calle 12, Mz B-16.

4.3. Metodología

4.3.1. Tipo de investigación

La investigación aplicada se define por su enfoque en resolver problemas prácticos o generar conocimientos con aplicaciones específicas en la vida real. En este contexto, se llevó a cabo un estudio aplicado destinado a mejorar la resistencia y de los adobes utilizados en la construcción de viviendas mediante datos que fueron obtenidos por una serie de ensayos realizados en laboratorio.

4.3.2. Enfoque de la investigación

En la investigación cuantitativa, se recopilan y analizan datos numéricos y cuantificables mediante la medición objetiva y la aplicación de técnicas estadísticas. Este enfoque implica el uso de un diseño de estudio estructurado y herramientas estandarizadas para obtener información.

4.3.3. Diseño de la investigación

El diseño es experimental porque se centra en la medición de ensayos en laboratorio donde se manipuló la relación CCA/PA.

4.4. Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación

Población

Conjunto de especímenes de adobes con adición de 30% de ceniza de cáscara de arroz y distintas dosificaciones de paja de arroz elaborados con la tierra extraída de la cantera San Isidro-El Pongo, ubicada en el distrito de Jaen, provincia de Jaén, región Cajamarca.

Muestra

La muestra está constituida por 136 adobes, los cuales fueron elaborados siguiendo las directrices establecidas por la norma (E.080). Se manufacturaron 40 especímenes con dimensiones de 10x10x10 cm y 96 adobes con dimensiones de 12x24x8 cm para cada ensayo.

Se tomaron seis muestras para cada ensayo luego de un estricto control de calidad, con la finalidad de obtener un conjunto de datos representativos que nos permitan obtener una mayor certeza en los resultados. La cantidad de muestras seleccionadas para los ensayos determinados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3

Distribución de la población muestral

Porcentaje de Paja de arroz	N° Ensayos de Resistencia a compresión	
	Adobes (10x10x10) cm	Pilas de adobe (12x24x8) cm
0.00 %	6	6
0.12 %	6	6
0.16 %	6	6
0.24 %	6	6
TOTAL	24 (Und)	24 (Und)

Unidad de análisis

Efectos de la fibra natural paja de arroz en la resistencia a compresión de adobes con adición de 30% de ceniza de cáscara de arroz.

Unidad de observación

Adobes con adición de ceniza de cáscara de arroz y fibra natural paja de arroz.

4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información

- **Técnicas**

Estudios experimentales: Son una forma de investigación en la que el investigador manipula deliberadamente una o más variables independientes para observar el

efecto que tienen sobre una variable dependiente. En tal sentido, en la presente investigación se modificó la dosificación de la fibra natural paja de arroz con la finalidad de determinar la variación en la resistencia a compresión de los adobes estabilizados con ceniza de cáscara de arroz al 30%.

- **Instrumentos**

- Protocolo de Ensayo a Compresión
- Norma E.080 (año 2020)
- Formatos de recolección de datos

4.6. Técnicas para el procedimiento y análisis de la información

Análisis de información

La información cuantitativa de las variables de estudio, vinculada a una proporción del 30% de ceniza de cáscara de arroz (CCA) y diferentes dosificaciones de paja de arroz (PA) (0%, 0.12%, 0.16%, 0.24%) en relación con el suelo de la mezcla, fue analizada mediante métodos estadísticos, incluyendo el cálculo de promedios y pruebas de hipótesis. Para llevar a cabo dicho análisis, se emplearon herramientas informáticas como Microsoft Excel 2020, facilitando así la obtención de resultados y la representación gráfica de los mismos.

Procedimientos

Etapa N° 01:

Exploración de la cantera: Para obtener el suelo necesario en la fabricación de adobe, se llevaron a cabo exploraciones en diferentes áreas de la provincia de Jaén, Cajamarca. En la localidad de San Isidro, que fue el sitio de muestreo, se recopilaron las muestras y se realizaron las pruebas “in situ” correspondientes.

Las pruebas realizadas fueran las siguientes:

- Prueba “cinta de barra”
- Prueba “presencia de arcilla”
- Prueba “contenido de humedad”

Etapa N° 02:

Recopilación de insumos

- Fibra natural de paja de arroz: La fibra vegetal, conocida como Paja de Arroz, fue obtenida en el valle agrícola del caserío de Shumba Bajo, ubicado a tan solo 36 minutos de la ciudad de Jaén.
- Ceniza de cáscara de arroz: Se recopilaron muestras de ceniza de cáscara de arroz en la ladrillera artesanal ubicada al norte de la ciudad de Jaén, específicamente en el sector de Balsahuayco, a una distancia de aproximadamente 15 minutos de las afueras de la provincia de Jaén, en el departamento de Cajamarca. Para una ubicación detallada.
- Agua potable

Etapa N° 03:

Procedimientos para elaborar adobes:

- Se realizó la selección de la tierra mediante un proceso de tamizado, con el objetivo de eliminar piedras con un diámetro superior a 5 mm y cualquier otro contaminante.
- se procedió al cálculo de los materiales necesarios por cada unidad de adobe, siguiendo las directrices establecidas en el **ANEXO A**. A continuación, se determina la cantidad total de materiales requeridos para la producción de

todos los especímenes destinados a los ensayos.

- Una vez medido y separado el suelo, se procedió a humedecerlo hasta alcanzar una textura barrosa. Posteriormente, se incorporan gradualmente las cenizas de cáscara de arroz, dejando reposar la mezcla durante dos días para activar las partículas de arcilla.
- Tras este periodo de reposo, se adiciono progresivamente la fibra natural paja de arroz, asegurándose de no exceder la cantidad de fibra vegetal especificada para cada tipo de mezcla.
- Con la mezcla homogénea, se inició el moldeado de los adobes de 10x10x10 cm y 12x24x8 cm.
- Como etapa final se procedió a dejar secar los adobes elaborados en un ambiente protegido del sol y del viento.

Etapas N° 04:

- Rotura de los adobes en la maquina universal.

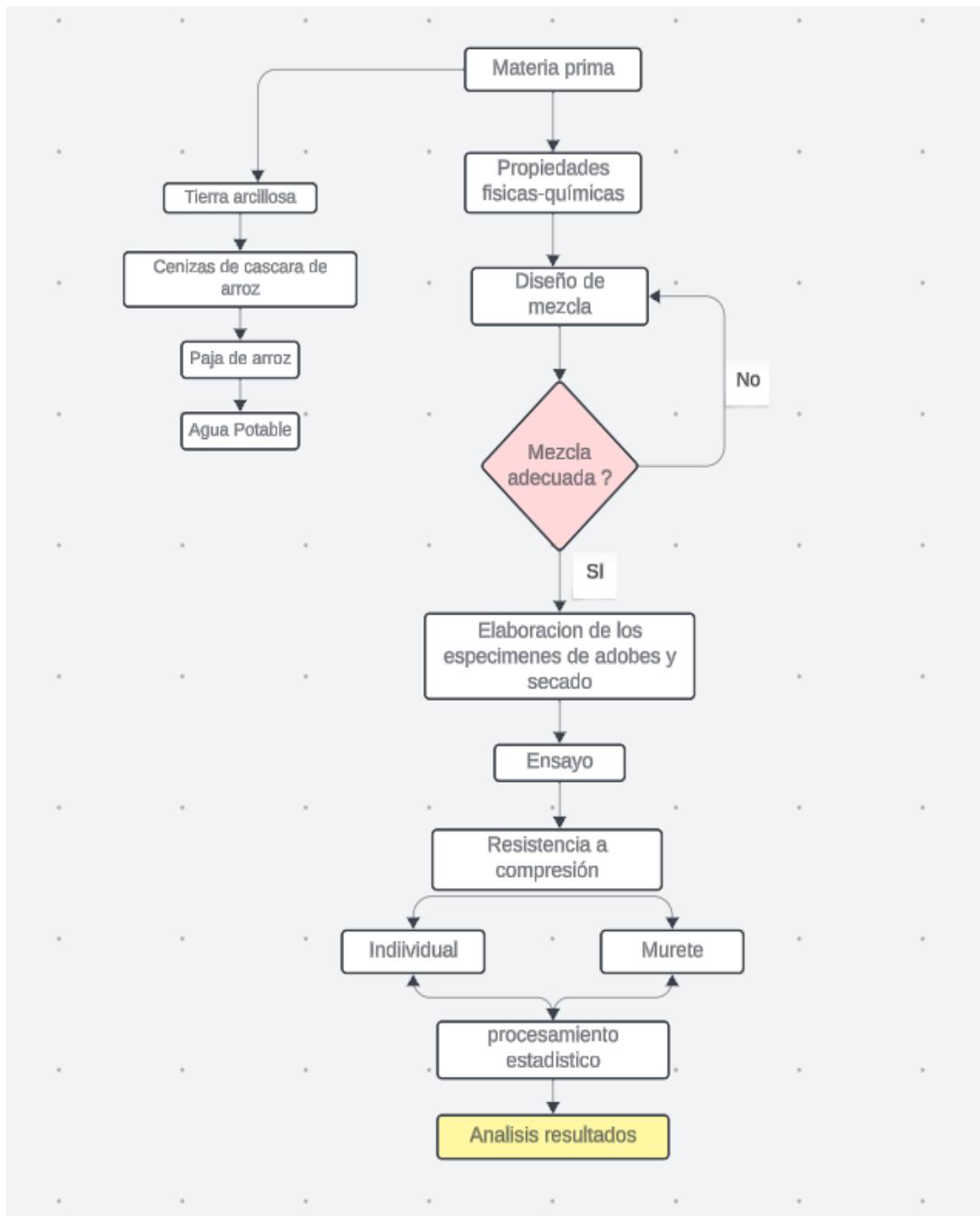
Etapas N° 05:

- Procesamiento de datos de los ensayos en el Software Microsoft Excel 2020.

Representación gráfica del procedimiento experimental

Figura 6

Diagrama del procedimiento experimental para la elaboración de adobes.



4.7. Equipos, materiales

Equipos

- Juego de tamices con aberturas de (1", 3/4", 1/2", 3/8", N°: 8,16, 30, 50, 100, 200 y cazoleta).
- Probetas graduadas de 1000 ml.
- Fiolas de 500 ml.
- Cono de Abrams.
- Estufa a 105 °C.
- Cono y pisón para arena, fiola de 500 ml, probeta graduada de 500 ml.
- Moldes de madera para especímenes de 12x24x8 cm.
- Moldes de madera para especímenes de 10x10x10 cm.
- Máquina de compresión uniaxial de 2,000 KN.
- Balanzas electrónicas con capacidad de 30 kg y aproximación de 0,1 gr.
- Herramientas manuales.

Materiales

- Suelo.
- Cenizas de cáscara de arroz
- Fibra vegetal (Paja de arroz).
- Agua Potable.

CAPÍTULO V
PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1.- Clasificación del Suelo.

Tabla 4

Propiedades físicas del suelo.

Propiedades del Suelo	
Tipo de suelo: Arcilla inorgánica de baja plasticidad	
Contenido de Humedad	10.62 %
Límite Líquido	36 %
Límite Plástico	20 %
Índice de Plasticidad	16 %
Peso Especifico	2.613 g/cm ³

Tabla 5

Composición Granulométrica del suelo.

Granulométrica del Suelo	
Grava	20.64 %
Arena	13.06 %
Limo	5.7 %
Arcilla	60.58 %

5.2.- Resultados de la Composición de la Ceniza de Cáscara de Arroz

Tabla 6

Parámetros de la muestra de ceniza.

Parámetro	Fórmula	Resultado (%)
Dióxido de silicio	SiO_2	49.23
Oxido de aluminio	Al_2O_3	0.39
Oxido de sodio	Na_2O	1.55
Oxido de calcio	CaO	7.12
Oxido de férrico	Fe_2O_3	0.91
Oxido de fosforo (v)	P_2O_5	2.36
Oxido de magnesio	MgO	3.54
Oxido de potasio	K_2O	11.06
Otros (perdida de fuego)		-

5.3.- Resultados de los Ensayos “In Situ” en campo

Tabla 7

Resultados de las pruebas de campo

Nombre de la Prueba	Parámetros	Resultados
“Cinta de Barro”	22 cm	Suelo es muy arcilloso
“Presencia de arcilla o Resistencia seca”	Las bolitas de tierra no experimentaron, factura ni grietas.	La cantera puede utilizarse como material de construcción
“Contenido de Humedad”	Se aplasta sin desintegrarse	Demasiado alto

5.1. Dosificación de la Fibra Natural Paja de Arroz para cada Adobe.

Tabla 8

Dosificación de la fibra natural paja de arroz y la ceniza de cáscara de arroz en la composición de adobes de dimensiones de 12x24x8 cm.

Porcentaje de paja de arroz	Peso de suelo seco (kg)	Peso de fibra (kg)	Cenizas de cáscara de arroz (%)
0.00	6.071	0.00	0.00
0.12%	4.250	0.005	30.00
0.16%	4.250	0.007	30.00
0.24%	4.250	0.010	30.00

Tabla 9

Dosificación de la fibra natural paja de arroz y la ceniza de cáscara de arroz en la composición de adobes de dimensiones de 10x10x10 cm.

Porcentaje de paja de arroz	Peso de suelo seco (kg)	Peso de fibra (kg)	Cenizas de cáscara de arroz (%)
0.00	2.640	0.00	0.00
0.12%	1.840	0.002	30.00
0.16%	1.840	0.003	30.00
0.24%	1.840	0.004	30.00

5.2. ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES DE ADOBE.

5.2.1. Resistencia a la compresión en adobes de dimensiones de 10x10x10 cm.

Tabla 10

Resistencia a la compresión de adobes sin adición de fibra de paja de Arroz y ceniza de cáscara de arroz.

Adobes N°	Esfuerzo de rotura (kgf/cm ²)
1	7.17
2	6.76
3	5.46
4	5.61
5	4.67
6	5.58
PROMEDIO	5.88

En la Tabla 10 se muestran los valores de los especímenes de la muestra M1 (sin adición de ceniza de cáscara de arroz ni fibra de paja de arroz), con un valor mínimo de 5.46 kgf/cm² y un valor máximo de 7.17 kgf/cm² /cm². Los valores obtenidos están por debajo de la resistencia a la compresión mínima requerida por la norma E.080 para unidades de adobe (10.20 kgf/cm²).

Tabla 11

Resistencia a compresión de adobe con adición de 0.12% de Paja de Arroz y 30% de ceniza de cáscara de arroz.

N° Adobes	Esfuerzo de rotura (kg-f/cm²)
1	6.62
2	5.24
3	5.72
4	7.05
5	5.13
6	5.22
PROMEDIO	5.85

En la Tabla 11 se indica una resistencia mínima de 5.22 kgf/cm² y una máxima de 7.05 kgf/cm². El promedio calculado es de 5.85 kgf/cm², El cual es inferior al valor mínimo de resistencia a compresión requerida por la norma E.080 para unidades de adobe (10.20 kgf/cm²).

Tabla 12

Resistencia a compresión de adobe con adición de 0.16% de Paja de Arroz y 30% de ceniza de cáscara de arroz.

Adobes	Esfuerzo de rotura
N°	(kgf/cm²)
1	3.64
2	3.90

Adobes	Esfuerzo de rotura
N°	(kgf/cm²)
3	5.00
4	5.16
5	6.56
6	5.91
PROMEDIO	5.03

En la Tabla 12 podemos ver que ningún valor alcanza al mínimo establecido por la norma E.080 para unidades de adobe (10.20 kgf/cm²), teniendo un mínimo de 3.64 kgf/cm², un valor máximo de 6.56 kgf/cm² y un promedio de 5.03 kgf/cm².

Tabla 13

Resistencia a compresión de adobe con adición de 0.24% de Paja de Arroz y 30% de ceniza de cáscara de arroz.

Adobes	Esfuerzo de rotura
N°	(kgf/cm²)
1	6.97
2	5.33
3	4.10
4	4.29
5	5.77
6	4.84
PROMEDIO	5.22

En la Tabla 13 presenta valores que varían entre 4.10 kgf/cm² y 6.97 kgf/cm². el promedio calculado es de 5.22 kgf/cm², y se ubica por debajo del valor mínimo de resistencia a la compresión requerido por la norma E 080 para las unidades de adobe.

Tabla 14

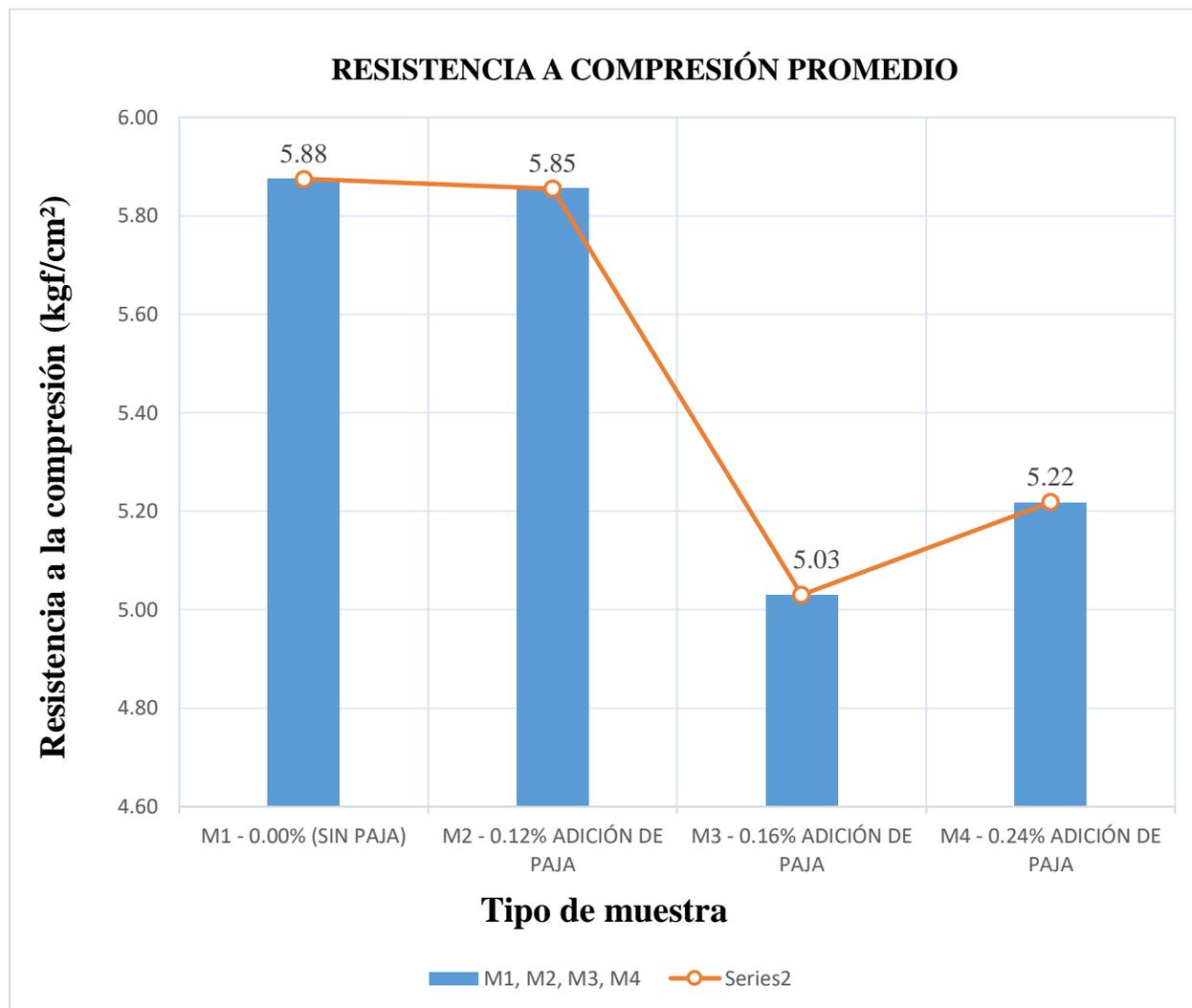
Resumen de la resistencia a la compresión promedio de los adobes de 10x10x10 cm.

Tipo de adobe	Resistencia a compresión promedio (Kgf/cm²)
M1 - Tradicional (sin paja)	5.88
M2 - 0.12% adición de paja	5.85
M3 - 0.16% adición de paja	5.03
M4 - 0.24% adición de paja	5.22

En la Tabla 14 se muestran los valores de la resistencia a la compresión promedio de 06 especímenes de cada una de las muestras con adición de 0%, 0.12%, 0.16% y 0.24% de fibra natural paja de arroz, los cuales indican que ninguna de las muestras alcanza el valor mínimo de la resistencia a la compresión requerido por la norma E.080 para unidades de adobe (10.20 kgf/cm²). En particular, se observa que la muestra M1, que contiene 0 % de paja de arroz y 0% de cenizas de cáscara de arroz, obtuvo el promedio más alto en cuanto a resistencia a la compresión.

Figura 7

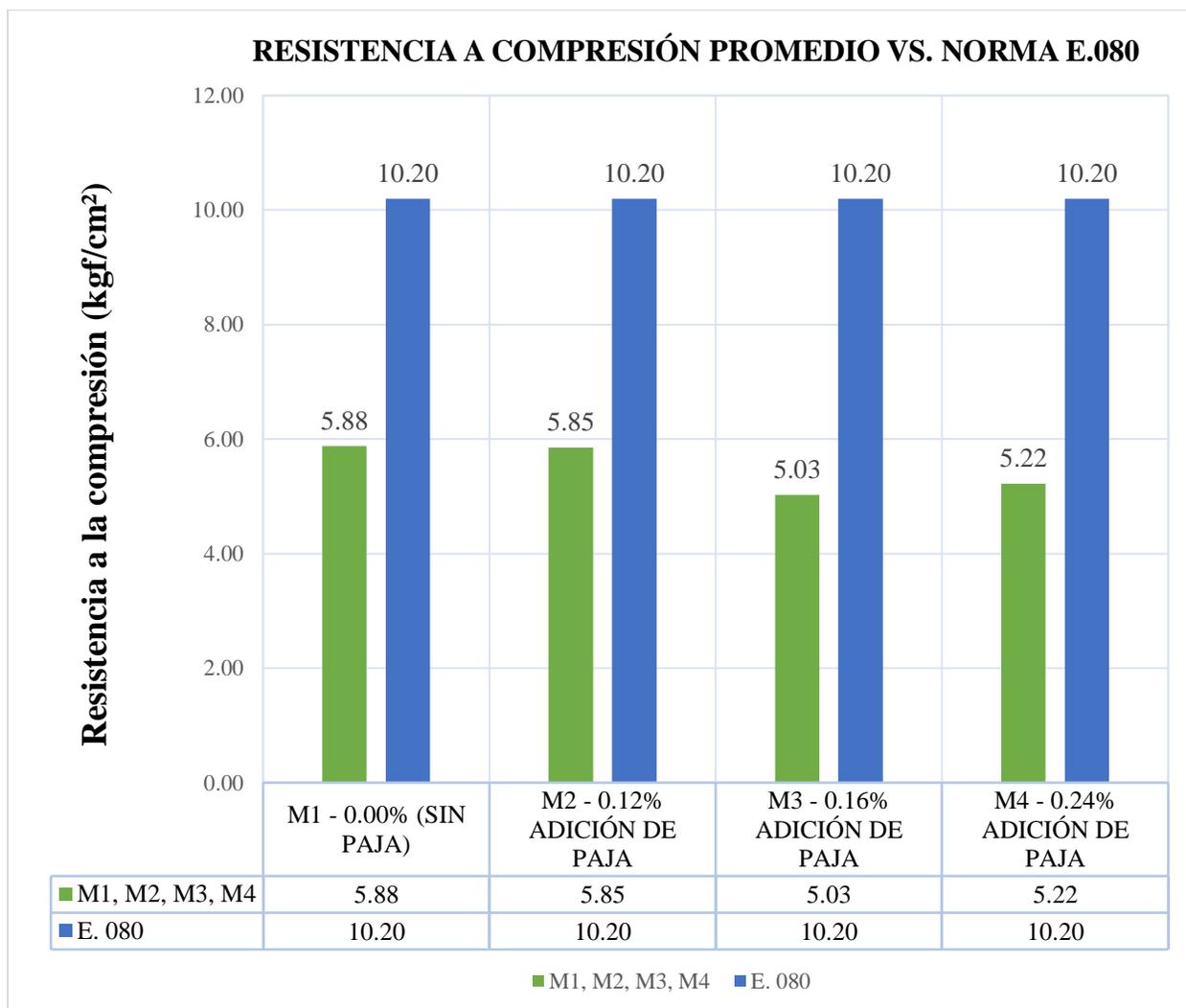
Resumen promedio de la resistencia a compresión de unidades de adobes.



En la Figura 7, se muestra la tendencia descendente de la resistencia a la compresión de los adobes de 10x10x10 cm, notándose que el mayor valor se obtuvo en la muestra sin adición de paja de arroz (0 %), alcanzando una resistencia de 5.88 kgf/cm². Las otras muestras presentaron resultados ligeramente inferiores; es así que el adobe con 0.12% de paja de arroz obtuvo una resistencia de 5.85 kgf/cm², el de 0.16% de paja de arroz alcanzó 5.03 kgf/cm², y el de 0.24% de paja de arroz obtuvo una resistencia de 5.22 kgf/cm².

Figura 8

Análisis comparativo entre la resistencia a compresión estipulada por la norma E.080 y la resistencia a compresión promedio de adobes con porcentajes de paja de arroz del 0%, 0.12%, 0.16% y 0.24%.



En la figura 8 se aprecia que los promedios de la resistencia a la compresión de cada una de las muestras ensayadas con adición de 0%, 0.12%, 0.16% y 0.24% de fibra natural paja de arroz no logran alcanzar el valor mínimo de la resistencia a la compresión establecida por la norma E.080 para unidades de adobe (10.20 kgf/cm²).

5.2.2. *Resistencia a la compresión de pilas con adobes de dimensiones 24x12x8 cm.*

Tabla 15

Resistencia a la compresión de las pilas de adobe sin adición de fibra de paja de Arroz y ceniza de cáscara de arroz.

Pilas N°	Esfuerzo de rotura (kgf/cm²)
1	4.57
2	4.28
3	3.65
4	4.63
5	4.56
6	6.08
PROMEDIO	4.63

Los datos de la Tabla 15 revelan un promedio de 4.63 kgf/cm² para la resistencia a la compresión de las seis muestras analizadas, las cuales no contienen paja de arroz ni ceniza de cáscara de arroz.

Los valores individuales se sitúan en el rango de 3.65 kgf/cm² y 6.08 kg/cm², todos por debajo del límite mínimo establecido por la norma E.080 para pilas de adobe, fijado en 6.12 kg/cm

Tabla 16

Resistencia a la compresión de las pilas de adobe con adición de 0.12% de fibra de paja de Arroz y 30% ceniza de cáscara de arroz.

Pilas N°	Esfuerzo de rotura (kgf/cm²)
1	4.40
2	3.93
3	3.62
4	4.52
5	5.22
6	4.04
PROMEDIO	4.29

La Tabla 16 muestra los resultados de los esfuerzos de rotura para seis pilas elaborados con una mezcla que contiene un 0.12% de paja de arroz y un 30% de ceniza de cáscara de arroz. Los valores registrados van desde 3.62 kgf/cm² hasta 5.22 kgf/cm², con un promedio de 4.29 kgf/cm².

Tabla 17

Resistencia a la compresión de las pilas de adobe con adición de 0.16% de fibra de paja de Arroz y 30% ceniza de cáscara de arroz.

Pilas N°	Esfuerzo de rotura (kgf/cm²)
1	4.24
2	4.74

Pilas N°	Esfuerzo de rotura (kgf/cm²)
3	6.29
4	3.38
5	3.46
6	6.51
PROMEDIO	4.77

De acuerdo a la Tabla 17 detalla los datos de resistencia a la compresión de pilas. Los cuales fueron elaborados con una adición del 30% de ceniza de cáscara de arroz y un 0.16% de fibra de paja de arroz, con un promedio de 4.77 kgf/cm².

Tabla 18

Resistencia a la compresión de las pilas de adobe con adición de 0.24% de fibra de paja de Arroz y 30% ceniza de cáscara de arroz.

Pilas N°	Esfuerzo de rotura (kgf/cm²)
1	8.28
2	4.88
3	4.19
4	7.54
5	6.62
6	7.60
PROMEDIO	6.52

En la Tabla 18 se registró una resistencia a la compresión promedio para Las pilas ensayados de 6.52 kgf/cm². Estas pilas fueron elaboradas con una adición del 30% de ceniza de cáscara de arroz y un 0.24% de fibra de paja de arroz.

Tabla 19

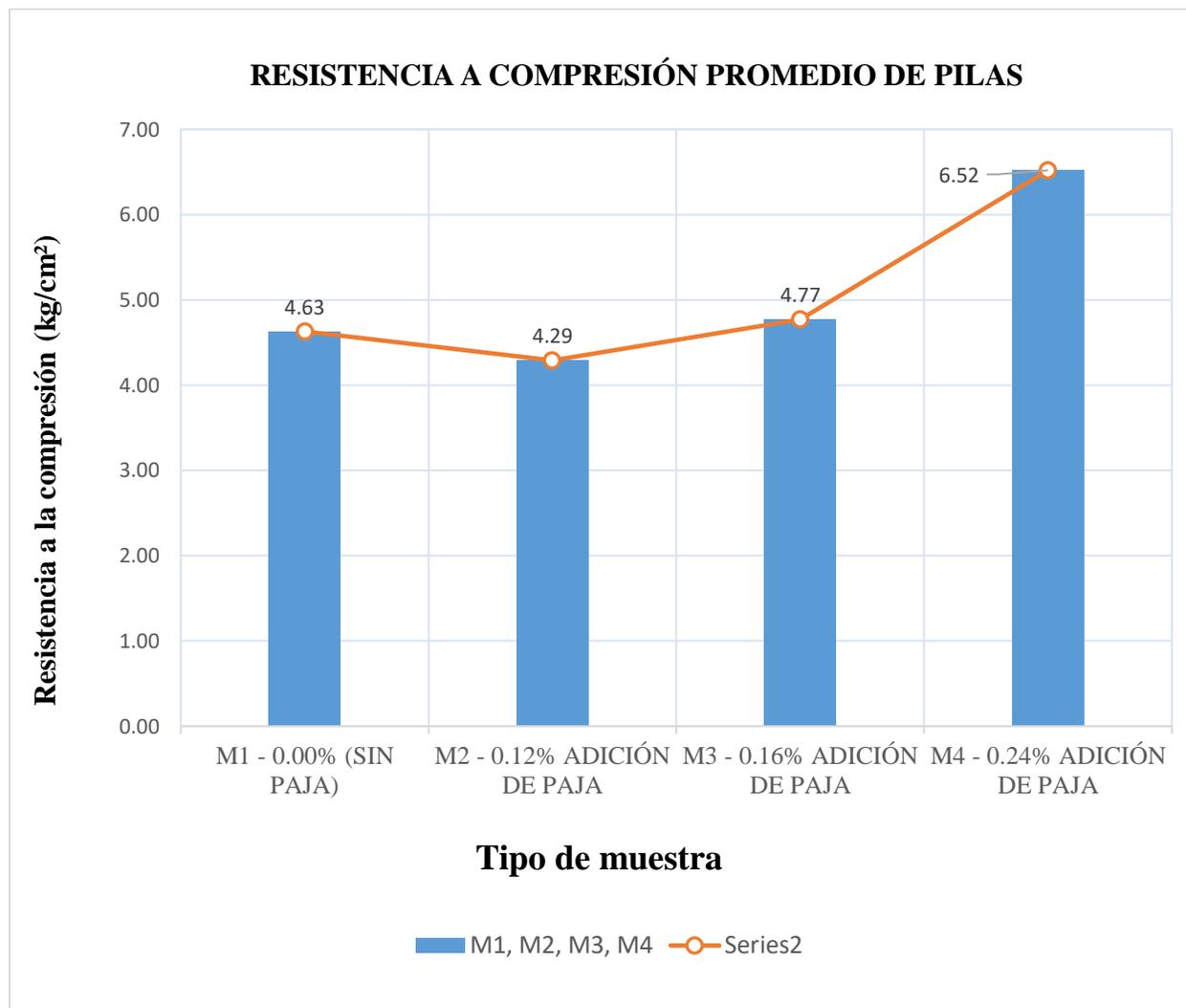
Resumen de la resistencia promedio a la compresión de Las pilas con adobes de 12x24x8 cm.

Tipo de pilas	Resistencia a compresión promedio (kgf/cm²)
M1 - Tradicional (sin paja)	4.63
M2 - 0.12% adición de paja	4.29
M3 - 0.16% adición de paja	4.77
M4 - 0.24% adición de paja	6.52

En la Tabla 19 se indica la resistencia a la compresión promedio de 06 pilas elaborados con adobes de 24x12x8 cm de cada una de las muestras con adición 0%, 0.12%, 0.16% y 0.24% fibra natural de paja de arroz, los cuales indican que solamente las pilas elaborado con adobes de la muestra con adición de 0.24% sobrepasa el valor mínimo de la resistencia a la compresión establecido por la norma E.080 para pilas de adobes (6.12 kgf/cm²).

Figura 9

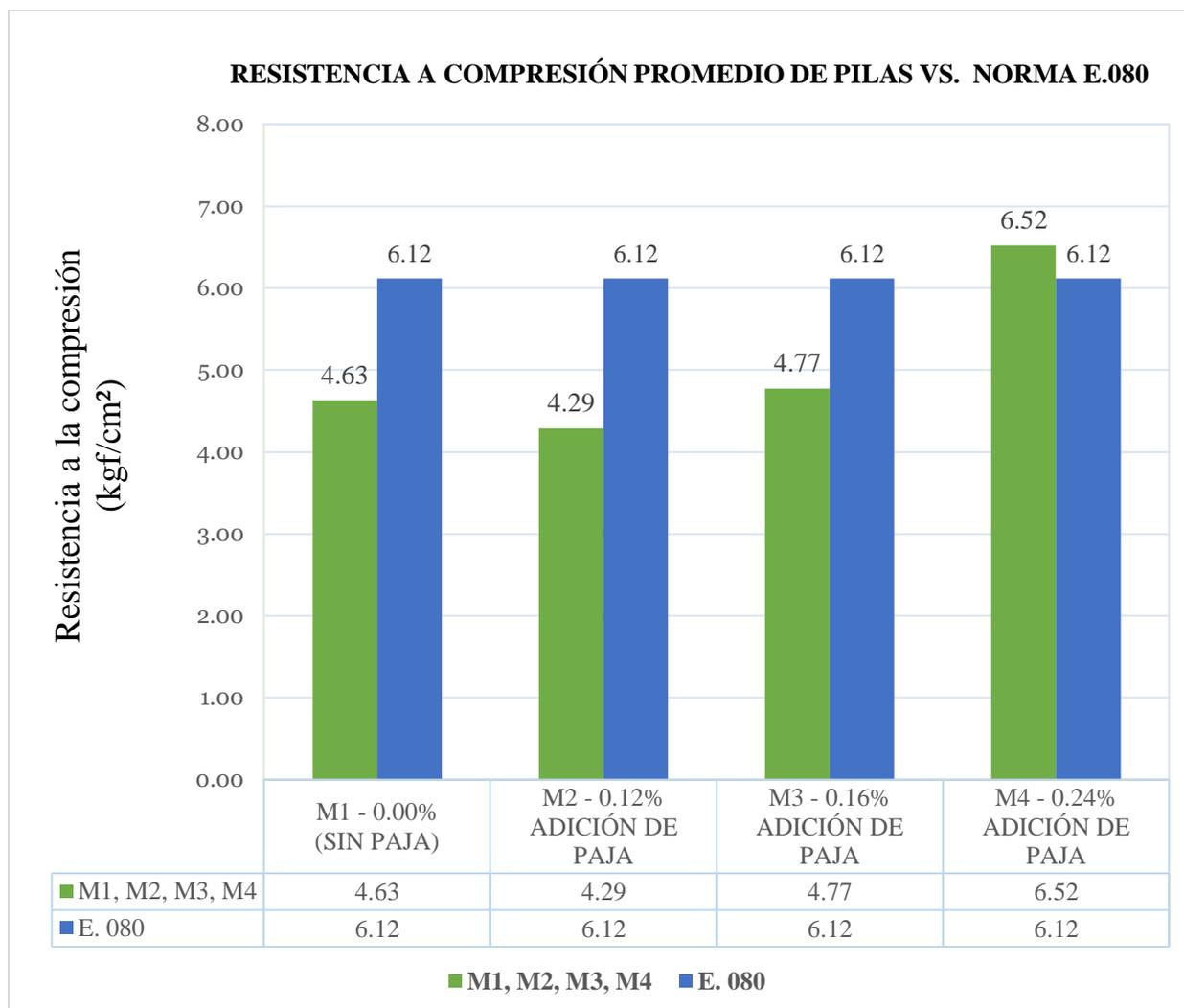
Resumen de la resistencia a la compresión promedio de las pilas de adobe.



En la Figura 9 se observa que la mayor resistencia a la compresión de pilas elaborados con adobes de 24x12x8 cm se obtuvo de la muestra con adición de 0.24% de fibra natural paja de arroz, alcanzando una resistencia promedio de 6.52 kgf/cm². En comparación, las otras muestras presentaron resultados ligeramente inferiores; Las pilas con adobes a los que se le incorporó 0.00%, 0.12% y 0.16% de paja de arroz alcanzaron una resistencia de 4.63 kgf/cm², 4.29 kgf/cm² y 4.77 kgf/cm² respectivamente.

Figura 10

Análisis comparativo entre la resistencia a compresión de las pilas estipulada por la norma E.080 y la resistencia a compresión promedio de pilas de adobes con porcentajes de paja de arroz del 0%, 0.12%, 0.16% y 0.24.



En la figura 10 Las pilas de adobes con porcentajes de 0.00% ,0.12 % y 0.16% de fibra natural de paja de arroz no alcanzaron la resistencia mínima requerida por la norma E. 080, mientras que Las pilas de adobe con adición de 0.24% de fibra natural paja de arroz sobrepasaron la resistencia mínima requerida por la norma.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

- La resistencia a la compresión promedio del adobe de 10x10x10 cm, sin la adición de ceniza de cáscara de arroz (CCA) ni fibra natural de paja de arroz (PA), es de 5.88 kgf/cm². Esto representa únicamente el 57% de la resistencia mínima requerida por la norma E.080.
- La variación en la resistencia a la compresión promedio del adobe de dimensiones 10x10x10 cm, estabilizado con un 30% de ceniza de cáscara de arroz (CCA) y con la adición de fibra natural de paja de arroz (PA) en porcentajes de 0.12%, 0.16% y 0.24%, arroja resultados de 5.85 kgf/cm², 5.03 kgf/cm² y 5.22 kgf/cm² respectivamente. Se observa que la resistencia experimenta una ligera disminución a medida que aumenta el porcentaje de fibra natural de paja de arroz.
- La resistencia a compresión promedio de las pilas, conformadas por cuatro hileras de adobes con dimensiones de 24x12x8 cm y sin adición de ceniza de cáscara de arroz (CCA) ni fibra natural de paja de arroz (PA), es de solo 4.63 kgf/cm². Este resultado corresponde únicamente al 75% de la resistencia mínima requerida según la norma E.080.
- El cambio en la resistencia a compresión promedio de las pilas, compuestas por adobes de 24x12x8 cm estabilizados con un 30% de ceniza de cáscara de arroz (CCA) y con la adición de fibra natural de paja de arroz (PA) en porcentajes de 0.12%, 0.16%, y 0.24%, es de 4.29 kgf/cm², 4.77 kgf/cm², y 6.52 kgf/cm² respectivamente. Se nota un aumento en la resistencia a medida que se incrementa el porcentaje de adición de fibra natural de paja de arroz.
- se diseñaron 4 muestras de diferente dosificación. La primera con proporción en volumen de suelo: agua: paja de 1: 0.157:0, La segunda con proporción en volumen de suelo: ceniza: agua: paja de 1:0.224:0.044:0.0012, La tercera con proporción en volumen de suelo: ceniza: agua: paja de 1:0.224:0.044:0.0016 y La cuarta con proporción en volumen de suelo: ceniza: agua: paja de 1:0.224:0.044:0.0024.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

- Investigar a largo plazo de los adobes estabilizados con paja de arroz y cenizas de cáscara de arroz, considerando condiciones climáticas específicas de Jaén – Cajamarca, para evaluar la resistencia a la intemperie y posibles degradaciones.
- Investigar cómo las variaciones en la composición granulométrica del suelo, al incorporar fibra de paja de arroz, influyen en la resistencia final de los adobes.

CAPÍTULO VIII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Méndez Chaparro, J. C., & Fresneda Sanchez, S. A. (2019). Impermeabilizante natural a partir de la ceniza cascarilla de arroz para muros en adobe.

Bastidas, P., & Ortiz, G. (2016). Comportamiento de la ceniza de la cascarilla de arroz en las propiedades físico-mecánicas en mezclas de hormigón estándar. Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemáticas, Quito.

Masgo Príncipe, M. M., Venancio, Q., Berenize, D., & Reyes Unchupaico, Y. T. (2021). Adobes con ceniza de cáscara de arroz aplicados a la construcción de arcos para vanos arquitectónicos sin dintel en viviendas de tierra en la Comunidad de Chinche, distrito Yanahuanca-Pasco-2021.

Rivera Torres, J. C. (2012). El adobe y otros materiales de sistemas constructivos en tierra cruda: caracterización con fines estructurales. Apuntes: Revista de Estudios sobre Patrimonio Cultural- Journal of Cultural Heritage Studies, 25(2), 164-181.

Brito, M. R., Marvila, M. T., Linhares Jr, J. A. T., & Azevedo, A. R. G. D. (2023). Evaluation of the Properties of Adobe Blocks with Clay and Manure. Buildings, 13(3), 657.

Guerrero L. (2007). Arquitectura en tierra Hacia la recuperación de una cultura Constructiva. Universidad Autónoma Metropolitana. Revista de Estudios sobre Patrimonio Cultural- Journal of Cultural Heritage Studies. Xochimilco, México D.F.

*Benites Zapata, V. B. (2017). Adobe estabilizado con extracto de cabuya (*Furcraea andina*).*

Sara Chutas, R. M., & Champi Chávez, L. A. (2016). Análisis comparativo de las propiedades mecánicas y físicas del adobe mejorado de 0.40 m x 0.20 m x 0.15 m con geomalla bioaxal e impermeabilizante y el lado tradicional en el distrito de del Cusco.

Llamoga Vásquez, L. Y. (2017). Evaluación del potencial de expansión y capacidad portante de suelos arcillosos usados en subrasantes al adicionar ceniza de cascarilla de arroz, Cajamarca 2016

Nitish, S. S. S., Sangita, D., Ramya, A. V. S. L., & Kumar, G. S. (2021, October). *Comparative Study on Soil Stabilization using Industrial by Products and Coconut Coir*. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2040, No. 1, p. 012014). IOP Publishing.

Mousalli-Kayat, G. (2015). *Métodos y diseños de investigación cuantitativa*.

Socioeconómicas, I. (n.d.). *CARACTERIZACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA*. [<https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Trujillo/Cajamarca-Characterizacion.pdf>].

Censos Nacionales 2017 – XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. (n.d.). [<http://censo2017.inei.gob.pe/>].

Norma técnica peruana E.080, N. (n.d.). *MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO SEPARATA ESPECIAL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA ANEXO -RESOLUCIÓN MINISTERIAL No 121-2017-VIVIENDA* Difundido por: ICG -Instituto de la Construcción y Gerencia. [https://cdn.web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/E_080.pdf].

Valverde, A., Bienvenido, S., & Monteagudo, J. (2007). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA CASCARILLA DE ARROZ*. [<https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/4055/2213>].

León Valverde, B. J. (2019). *Resistencia a la compresión en adobe, estabilizado en 2% y 3% con cenizas de cáscara de huevo y cáscara de arroz*. Universidad San Pedro. [<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/11411>].

Materiales Alternativos Construcción Tierra - Paja. (n.d.). [<https://es.calameo.com/read/0016318521ab055eb32a2>].

López Domínguez, E. J., & Nolasco Ortiz, M. A. (2021). *Resistencia a la compresión del adobe con paja de arroz, Chimbote - Ancash*. Repositorio Institucional - UCV. [<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/74729>].

Redacción. (2020, June 1). Cascarilla de arroz, prometedora para sector de la construcción. Mundo Agropecuario BET. [https://mundoagropecuario.net/cascarilla-de-arroz-prometedora-para-sector-de-la-construccion/].

Fannylu Ramos Ortiz. (2015, July 23). 01.07 sistema de clasificación de suelos. [https://es.slideshare.net/florfann/0107-sistema-de-clasificacin-de-suelos].

Rios Pérez, E. J. (2010). Efecto de la adición de latex natural y jabón en la resistencia mecánica y absorción de adobe compactado. Santa Cruz Xoxocotlan: Instituto Politécnico Nacional.

CAPÍTULO VIII

ANEXOS

ANEXO A: DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA UTILIZADA EN LA ELABORACIÓN DE LAS MUESTRAS DE ADOBE.

A. DETERMINACIÓN DE LA PROPORCIÓN DE MATERIALES PARA ADOBE SIN FIBRA NATURAL PAJA DE ARROZ.

1.- DATOS GENERALES

a) Dimensiones de los adobes

Adobe: 12x24x8 cm

Adobe: 10x10x10 cm

b) Determinación del volumen de las muestras

Se obtiene multiplicando las dimensiones de cada muestra, entonces se tiene:

Volumen del Adobe de 12x24x8 cm: 0.002304 m³

Volumen del Adobe de 10x10x10 cm: 0.001000 m³

c) Cantidad de muestras

Cantidad de Adobes de 12x24x8 cm: 24 und

Cantidad de Adobes de 10x10x10 cm: 10 und

d) Volumen de Tara

Para la medición del volumen de los materiales para este estudio se utilizó como tara un balde de 18 L, por lo tanto:

Volumen de Tara: 0.0180 m³

2.- CANTIDAD DE MATERIALES

a) Determinación del Peso de Suelo por unidad de adobe a utilizar

Para esta muestra NO se considera la adición de Ceniza, por lo que 100% del volumen del adobe se considera suelo.

Por lo tanto, el peso de suelo para cada adobe es:

Dimensiones de los adobes	Volumen de Suelo (100%) (A)	δ_s (kg/m³) (B)	Peso de suelo por Unidad (kg) (Ax B)
12x24x8 cm	0.00230	2635.00	6.07
10x10x10 cm	0.00100	2635.00	2.64

b) Determinación del Volumen de Suelo a utilizar

Consiste en determinar el volumen de suelo para la preparación de la muestra M1.

Se obtiene multiplicando la cantidad de adobes por su respectivo volumen, entonces se tiene:

Volumen de Suelo para Adobes de 12x24x8 cm:	0.0553	m ³
Volumen de Suelo para Adobes de 10x10x10 cm:	0.0100	m ³
TOTAL	0.0653	m³

Por lo tanto, el volumen de suelo que se necesita para la preparación de la muestra M1 es:

$$0.0653 \text{ m}^3$$

Así mismo, determinamos la cantidad de baldes de suelo que se requieren para la preparación de la muestra M1. Se obtiene dividiendo el volumen de suelo entre el volumen de la tara (balde), teniendo los siguientes resultados:

Dimensiones de los adobes	Vol. / muestra (C)	Vol. de Tara (D)	N° baldes (Cx D)
12x24x8 cm	0.05530	0.01800	3.1
10x10x10 cm	0.01000		0.6
TOTAL			3.6

c) Determinación del Peso de Ceniza por unidad de adobe a utilizar

Para esta muestra NO se considera la adición de Ceniza. Es decir, el porcentaje de ceniza será de 0%.

Por lo tanto, el peso de ceniza para cada adobe es:

Dimensiones de los adobes	Volumen de Ceniza (0%) (A)	δ_s (kg/m ³) (B)	Peso de Ceniza por Unidad (kg) (AxB)
12x24x8 cm	0.00000	268.72	0.00
10x10x10 cm	0.00000	268.72	0.00

d) Determinación del Volumen de Ceniza a utilizar

Consiste en determinar el volumen de ceniza para la preparación de la muestra M1.

Se obtiene multiplicando la cantidad de los adobes por su respectivo volumen, entonces se tiene:

Volumen de Ceniza para Adobes 12x24x8 cm:	0.0000	m ³
Volumen de Ceniza para Adobes 10x10x10 cm:	0.0000	m ³
TOTAL	0.0000	m³

Por lo tanto, el volumen de ceniza que se necesita para la preparación de la muestra M1 es:

0.0000 m³

Así mismo, determinamos la cantidad de baldes de ceniza que se requieren para la preparación de la muestra M1. Se obtiene dividiendo el volumen de suelo entre el volumen de la tara (balde), teniendo los siguientes resultados:

Dimensiones de los adobes	Vol. / muestra (C)	Vol. de Tara (D)	N° baldes (Cx D)
Adobes de 12x24x8 cm	0.00000	0.01800	0.0
Adobes de 10x10x10 cm	0.00000		0.0
TOTAL			0.0

e) Determinación de la cantidad de agua a utilizar

La cantidad de agua utilizada para la preparación de la muestra M1 se determinó empíricamente, teniendo en cuenta que la muestra tenga un contenido óptimo de humedad.

Teniendo el siguiente dato:

N° de Baldes en la mezcla	Volumen (m³)	
1.50	0.027	(N° baldes*Vol. Tara)

Teniendo en cuenta la cantidad de adobes elaborados, así como su volumen de cada uno, determinamos el peso de agua que se necesita para cada unidad, mediante la siguiente tabla:

Dimensiones De los adobes	Vol. de Agua Total (m³)	Vol. De Unidad (m³)	Cantidad	Peso de Agua por unidad (kg)
12x24x8 cm	0.027	0.002304	24	0.9527
10x10x10 cm		0.001000	10	0.4135

f) Porcentaje de Fibra de Paja de Arroz

Para esta muestra NO se consideró adición de Fibra de Paja de Arroz.

Por lo tanto:

% de Paja de Arroz:	0.00%	
Peso de Paja de Arroz:	0.0000	kg

3.- PROPORCIÓN DE MATERIALES EN LA MEZCLA

Con los datos obtenidos anteriormente determinamos la proporción en volumen teórica de los materiales. Entonces:

Suelo: **1**
Ceniza: **0.00**
Agua: **0.41**

4.- DISEÑO DE MEZCLAS

Tesista:	FANNY LISBETH DÍAZ ZURITA
Tesis:	“Efectos de la fibra natural paja de arroz en la resistencia de adobes estabilizados con cenizas de cáscara de arroz al 30 %, Jaén – Cajamarca”
Muestra:	Cantera - San Isidro El Pongo
Cantidad de Ceniza:	0%
Tipo de Suelo:	Arcilla inorgánica de baja plasticidad

a) Propiedades de los materiales

Estos datos han sido obtenidos mediante ensayos en laboratorio.

Propiedades de los Materiales		
Descripción	Cantidad	Unidad
Contenido de Humedad del Suelo ($\omega\%$)	10.62	%
Peso Específico del Suelo (δ_s)	2635.00	kg/m ³
Peso Específico de la Ceniza (δ_c)	268.72	kg/m ³
Peso Específico del Agua (δ_a)	1000.00	kg/m ³

b) Cantidad de materiales por unidad de adobe

En esta tabla se muestra la cantidad de materiales que se necesita para la elaboración de 01 unidad de adobe de 12x24x8.

Cantidad de Materiales por Unidad de Adobe		
Material	Cantidad	Unidad
Suelo	6.071	kg
Agua	0.953	kg
Ceniza	0.000	kg
Paja	0.000	kg
Peso Total del Adobe	7.024	kg

c) Propiedades del adobe fresco

En esta tabla se muestra las propiedades del adobe de 12x24x8, en estado fresco. Datos obtenidos en laboratorio durante la elaboración de los adobes.

Propiedades del Adobe Fresco		
Descripción	Cantidad	Unidad
Peso fresco del adobe	5.759	kg
Volumen del Adobe	0.0023	m ³

d) Corrección de pesos de los materiales

En esta tabla se muestra los pesos de los materiales corregidos que se necesitan para la elaboración de 01 unidad de adobe de 12x24x8. La corrección se realizó en proporción al peso del adobe fresco.

Pesos Corregidos de Materiales por Unidad de Adobe		
Material	Cantidad	Unidad
Suelo	4.978	kg
Agua	0.781	kg
Ceniza	0.000	kg
Paja	0.000	kg
Peso Total del Adobe	5.759	kg

e) Cantidad de materiales para 1 m³ de mezcla

En esta tabla se muestra la cantidad de materiales que se requiere para preparar 1 m³ de mezcla del tipo M1.

Material	Cantidad	Unidad
Suelo	2160.700	kg/m ³
Agua	339.071	kg/m ³
Ceniza	0.000	kg/m ³
Paja	0.000	kg/m ³
Peso Total	2499.771	kg/m³

f) Proporción de materiales en peso

En función a la cantidad de materiales que se requiere para elaborar 01 unidad de adobe, se representa la proporción en peso de los mismos, teniendo la siguiente proporción para la muestra M1.

Proporción de Materiales en Peso	
Suelo	1.000
Agua	0.157
Ceniza	0.000
Paja	0.000

B. DETERMINACIÓN DE LA PROPORCIÓN DE MATERIALES PARA ADOBE CON 0.12% DE FIBRA NATURAL PAJA DE ARROZ.

1.- DATOS GENERALES

a) Dimensiones de los adobes

Adobe: 12x24x8 cm
 Adobe: 10x10x10 cm

b) Determinación del volumen de las muestras

Se obtiene multiplicando las dimensiones de cada muestra, entonces se tiene:

Volumen del Adobe de 12x24x8 cm: 0.002304 m³
 Volumen del Adobe de 10x10x10 cm: 0.001000 m³

c) Cantidad de muestras

Cantidad de Adobes de 12x24x8 cm: 24 und
 Cantidad de Adobes de 10x10x10 cm: 10 und

d) Volumen de Tara

Para la medición del volumen de los materiales para este estudio se utilizó como tara un balde de 18 L, por lo tanto:

Volumen de Tara: 0.0180 m³

2.- CANTIDAD DE MATERIALES

a) Determinación del Peso de Suelo por unidad de adobe a utilizar

Para esta muestra se considera la adición de 30% Ceniza, por lo que 70% del volumen del adobe se considera suelo.

Por lo tanto, el peso de suelo para cada adobe es:

Dimensiones de los adobes	Volumen de Suelo (70%) (A)	δ_s (kg/m ³) (B)	Peso de suelo por Unidad (kg) (Ax B)
12x24x8 cm	0.00161	2635.00	4.25
10x10x10 cm	0.00070	2635.00	1.84

b) Determinación del Volumen de Suelo a utilizar

Consiste en determinar el volumen de suelo para la preparación de la muestra M2.

Se obtiene multiplicando la cantidad de adobes por su respectivo volumen, entonces se tiene:

Volumen de Suelo para Adobes de 12x24x8 cm:	0.0387	m ³
Volumen de Suelo para Adobes de 10x10x10 cm:	0.0070	m ³
TOTAL	0.0457	m³

Por lo tanto, el volumen de suelo que se necesita para la preparación de la muestra M2 es:

$$0.0457 \text{ m}^3$$

Así mismo, determinamos la cantidad de baldes de suelo que se requieren para la preparación de la muestra M2. Se obtiene dividiendo el volumen de suelo entre el volumen de la tara (balde), teniendo los siguientes resultados:

Dimensiones de los adobes	Vol. / muestra (C)	Vol. de Tara (D)	Nº baldes (Cx D)
12x24x8 cm	0.03871	0.01800	2.2
10x10x10 cm	0.00700		0.4
TOTAL			2.5

c) Determinación del Peso de Ceniza por unidad de adobe a utilizar

Para esta muestra se considera la adición de 30% de Ceniza de cáscara de arroz

Por lo tanto, el peso de ceniza para cada adobe es:

Dimensiones de los adobes	Volumen de Ceniza (30%) (A)	δ_s (kg/m ³) (B)	Peso de Ceniza por Unidad (kg) (AxB)
12x24x8 cm	0.00069	268.72	0.19
10x10x10 cm	0.00030	268.72	0.08

d) Determinación del Volumen de Ceniza a utilizar

Consiste en determinar el volumen de ceniza para la preparación de la muestra M2.

Se obtiene multiplicando la cantidad de los adobes por su respectivo volumen, entonces se tiene:

Volumen de Ceniza para Adobes 12x24x8 cm:	0.0166	m ³
Volumen de Ceniza para Adobes 10x10x10 cm:	0.0030	m ³
TOTAL	0.0196	m³

Por lo tanto, el volumen de ceniza que se necesita para la preparación de la muestra M2 es:

0.0196 m³

Así mismo, determinamos la cantidad de baldes de ceniza que se requieren para la preparación de la muestra M2. Se obtiene dividiendo el volumen de suelo entre el volumen de la tara (balde), teniendo los siguientes resultados:

	Vol. / muestra (C)	Vol. de Tara (D)	Nº baldes (Cx D)
Adobes de 12x24x8 cm	0.01659	0.01800	0.9
Adobes de 10x10x10 cm	0.00300		0.2
TOTAL			1.1

e) Determinación de la cantidad de agua a utilizar

La cantidad de agua utilizada para la preparación de la muestra M2 se determinó empíricamente, teniendo en cuenta que la muestra tenga un contenido óptimo de humedad.

Teniendo el siguiente dato:

N° de Baldes en la mezcla	Volumen (m³)	
1.50	0.027	(N° baldes*Vol. Tara)

Teniendo en cuenta la cantidad de adobes elaborados, así como su volumen de cada uno, determinamos el peso de agua que se necesita para cada unidad, mediante la siguiente tabla:

Dimensiones De los adobes	Vol. de Agua Total (m³)	Vol. De Unidad (m³)	Cantidad	Peso de Agua por unidad (kg)
12x24x8 cm	0.027	0.002304	24	0.9527
10x10x10 cm		0.001000	10	0.4135

f) Porcentaje de Fibra de Paja de Arroz

Para esta muestra se consideró adición de 0.12 % de Fibra de Paja de Arroz, en función del peso de suelo.

Por lo tanto:

% de Paja de Arroz:	0.12 %
Peso de Paja de Arroz:	0.005 kg

3.- PROPORCIÓN DE MATERIALES EN LA MEZCLA

Con los datos obtenidos anteriormente determinamos la proporción en volumen teórica de los materiales. Entonces:

Suelo:	1
Ceniza:	0.43
Agua:	0.59

4.- DISEÑO DE MEZCLAS

Tesista:	FANNY LISBETH DÍAZ ZURITA
Tesis:	“Efectos de la fibra natural paja de arroz en la resistencia de adobes estabilizados con cenizas de cáscara de arroz al 30 %, Jaén – Cajamarca”
Muestra:	Cantera - San Isidro El Pongo
Cantidad de Ceniza:	30 %
Tipo de Suelo:	Arcilla inorgánica de baja plasticidad

a) Propiedades de los materiales

Estos datos han sido obtenidos mediante ensayos en laboratorio.

Propiedades de los Materiales		
Descripción	Cantidad	Unidad
Contenido de Humedad del Suelo ($\omega\%$)	10.62	%
Peso Específico del Suelo (δ_s)	2635.00	kg/m ³
Peso Específico de la Ceniza (δ_c)	268.72	kg/m ³
Peso Específico del Agua (δ_a)	1000.00	kg/m ³

b) Cantidad de materiales por unidad de adobe

En esta tabla se muestra la cantidad de materiales que se necesita para la elaboración de 01 unidad de adobe de 12x24x8.

Cantidad de Materiales por Unidad de Adobe		
Material	Cantidad	Unidad
Suelo	4.250	kg
Agua	0.953	kg
Ceniza	0.186	kg
Paja	0.005	kg
Peso Total del Adobe	5.393	kg

c) Propiedades del adobe fresco

En esta tabla se muestra las propiedades del adobe de 12x24x8, en estado fresco. Datos obtenidos en laboratorio durante la elaboración de los adobes.

Propiedades del Adobe Fresco		
Descripción	Cantidad	Unidad
Peso fresco del adobe	4.422	kg
Volumen del Adobe	0.0023	m ³

d) Corrección de pesos de los materiales

En esta tabla se muestra los pesos de los materiales corregidos que se necesitan para la elaboración de 01 unidad de adobe de 12x24x8. La corrección se realizó en proporción al peso del adobe fresco.

Pesos Corregidos de Materiales por Unidad de Adobe		
Material	Cantidad	Unidad
Suelo	3.485	kg
Agua	0.781	kg
Ceniza	0.152	kg
Paja	0.004	kg
Peso Total del Adobe	4.422	kg

e) Cantidad de materiales para 1 m³ de mezcla

En esta tabla se muestra la cantidad de materiales que se requiere para preparar 1 m³ de mezcla del tipo M2.

Material	Cantidad	Unidad
Suelo	1512.490	kg/m ³
Agua	339.071	kg/m ³
Ceniza	66.106	kg/m ³
Paja	1.815	kg/m ³
Peso Total	1919.482	kg/m³

f) Proporción de materiales en peso

En función a la cantidad de materiales que se requiere para elaborar 01 unidad de adobe, se representa la proporción en peso de los mismos, teniendo la siguiente proporción para la muestra M2.

Proporción de Materiales en Peso	
Suelo	1.000
Agua	0.224
Ceniza	0.044
Paja	0.0012

C. DETERMINACIÓN DE LA PROPORCIÓN DE MATERIALES PARA ADOBE CON 0.16 % DE FIBRA NATURAL PAJA DE ARROZ.

1.- DATOS GENERALES

a) Dimensiones de los adobes

Adobe: 12x24x8 cm
 Adobe: 10x10x10 cm

b) Determinación del volumen de las muestras

Se obtiene multiplicando las dimensiones de cada muestra, entonces se tiene:

Volumen del Adobe de 12x24x8 cm: 0.002304 m³
 Volumen del Adobe de 10x10x10 cm: 0.001000 m³

c) Cantidad de muestras

Cantidad de Adobes de 12x24x8 cm: 24 und
 Cantidad de Adobes de 10x10x10 cm: 10 und

d) Volumen de Tara

Para la medición del volumen de los materiales para este estudio se utilizó como tara un balde de 18 L, por lo tanto:

Volumen de Tara: 0.0180 m³

2.- CANTIDAD DE MATERIALES

a) Determinación del Peso de Suelo por unidad de adobe a utilizar

Para esta muestra se considera la adición de 30% Ceniza, por lo que 70% del volumen del adobe se considera suelo.

Por lo tanto, el peso de suelo para cada adobe es:

Dimensiones de los adobes	Volumen de Suelo (70%) (A)	δ_s (kg/m ³) (B)	Peso de suelo por Unidad (kg) (AxB)
12x24x8 cm	0.00161	2635.00	4.25
10x10x10 cm	0.00070	2635.00	1.84

b) Determinación del Volumen de Suelo a utilizar

Consiste en determinar el volumen de suelo para la preparación de la muestra M3.

Se obtiene multiplicando la cantidad de adobes por su respectivo volumen, entonces se tiene:

Volumen de Suelo para Adobes de 12x24x8 cm:	0.0387	m ³
Volumen de Suelo para Adobes de 10x10x10 cm:	0.0070	m ³
TOTAL	0.0457	m³

Por lo tanto, el volumen de suelo que se necesita para la preparación de la muestra M3 es:

$$0.0457 \text{ m}^3$$

Así mismo, determinamos la cantidad de baldes de suelo que se requieren para la preparación de la muestra M3. Se obtiene dividiendo el volumen de suelo entre el volumen de la tara (balde), teniendo los siguientes resultados:

Dimensiones de los adobes	Vol. / muestra (C)	Vol. de Tara (D)	Nº baldes (Cx D)
12x24x8 cm	0.03871	0.01800	2.2
10x10x10 cm	0.00700		0.4
TOTAL			2.5

c) Determinación del Peso de Ceniza por unidad de adobe a utilizar

Para esta muestra se considera la adición de 30% de Ceniza de cáscara de arroz

Por lo tanto, el peso de ceniza para cada adobe es:

Dimensiones de los adobes	Volumen de Ceniza (30%) (A)	δ_s (kg/m ³) (B)	Peso de Ceniza por Unidad (kg) (AxB)
12x24x8 cm	0.00069	268.72	0.19
10x10x10 cm	0.00030	268.72	0.08

d) Determinación del Volumen de Ceniza a utilizar

Consiste en determinar el volumen de ceniza para la preparación de la muestra M3.

Se obtiene multiplicando la cantidad de los adobes por su respectivo volumen, entonces se tiene:

Volumen de Ceniza para Adobes 12x24x8 cm:	0.0166	m ³
Volumen de Ceniza para Adobes 10x10x10 cm:	0.0030	m ³
TOTAL	0.0196	m³

Por lo tanto, el volumen de ceniza que se necesita para la preparación de la muestra M3 es:

0.0196 m³

Así mismo, determinamos la cantidad de baldes de ceniza que se requieren para la preparación de la muestra M3. Se obtiene dividiendo el volumen de suelo entre el volumen de la tara (balde), teniendo los siguientes resultados:

	Vol. / muestra (C)	Vol. de Tara (D)	Nº baldes (Cx D)
Adobes de 12x24x8 cm	0.01659	0.01800	0.9
Adobes de 10x10x10 cm	0.00300		0.2
TOTAL			1.1

e) Determinación de la cantidad de agua a utilizar

La cantidad de agua utilizada para la preparación de la muestra M3 se determinó empíricamente, teniendo en cuenta que la muestra tenga un contenido óptimo de humedad.

Teniendo el siguiente dato:

N° de Baldes en la mezcla	Volumen (m³)	
1.50	0.027	(N° baldes*Vol. Tara)

Teniendo en cuenta la cantidad de adobes elaborados, así como su volumen de cada uno, determinamos el peso de agua que se necesita para cada unidad, mediante la siguiente tabla:

Dimensiones De los adobes	Vol. de Agua Total (m³)	Vol. De Unidad (m³)	Cantidad	Peso de Agua por unidad (kg)
12x24x8 cm	0.027	0.002304	24	0.9527
10x10x10 cm		0.001000	10	0.4135

f) Porcentaje de Fibra de Paja de Arroz

Para esta muestra se consideró adición de 0.16% de Fibra de Paja de Arroz, en función del peso de suelo.

Por lo tanto:

% de Paja de Arroz:	0.16 %	
Peso de Paja de Arroz:	0.007	kg

3.- PROPORCIÓN DE MATERIALES EN LA MEZCLA

Con los datos obtenidos anteriormente determinamos la proporción en volumen teórica de los materiales. Entonces:

Suelo: **1**
Ceniza: **0.43**
Agua: **0.59**

4.- DISEÑO DE MEZCLAS

Tesista:	FANNY LISBETH DÍAZ ZURITA
Tesis:	“Efectos de la fibra natural paja de arroz en la resistencia de adobes estabilizados con cenizas de cáscara de arroz al 30 %, Jaén – Cajamarca”
Muestra:	Cantera - San Isidro El Pongo
Cantidad de Ceniza:	30 %
Tipo de Suelo:	Arcilla inorgánica de baja plasticidad

a) Propiedades de los materiales

Estos datos han sido obtenidos mediante ensayos en laboratorio.

Propiedades de los Materiales		
Descripción	Cantidad	Unidad
Contenido de Humedad del Suelo ($\omega\%$)	10.62	%
Peso Específico del Suelo (δ_s)	2635.00	kg/m ³
Peso Específico de la Ceniza (δ_c)	268.72	kg/m ³
Peso Específico del Agua (δ_a)	1000.00	kg/m ³

b) Cantidad de materiales por unidad de adobe

En esta tabla se muestra la cantidad de materiales que se necesita para la elaboración de 01 unidad de adobe de 12x24x8.

Cantidad de Materiales por Unidad de Adobe		
Material	Cantidad	Unidad
Suelo	4.250	kg
Agua	0.953	kg
Ceniza	0.186	kg
Paja	0.007	kg
Peso Total del Adobe	5.395	kg

c) Propiedades del adobe fresco

En esta tabla se muestra las propiedades del adobe de 12x24x8, en estado fresco. Datos obtenidos en laboratorio durante la elaboración de los adobes.

Propiedades del Adobe Fresco		
Descripción	Cantidad	Unidad
Peso fresco del adobe	4.424	kg
Volumen del Adobe	0.0023	m ³

d) Corrección de pesos de los materiales

En esta tabla se muestra los pesos de los materiales corregidos que se necesitan para la elaboración de 01 unidad de adobe de 12x24x8. La corrección se realizó en proporción al peso del adobe fresco.

Pesos Corregidos de Materiales por Unidad de Adobe		
Material	Cantidad	Unidad
Suelo	3.485	kg
Agua	0.781	kg
Ceniza	0.152	kg
Paja	0.006	kg
Peso Total del Adobe	4.424	kg

e) Cantidad de materiales para 1 m³ de mezcla

En esta tabla se muestra la cantidad de materiales que se requiere para preparar 1 m³ de mezcla del tipo M3.

Material	Cantidad	Unidad
Suelo	1512.490	kg/m ³
Agua	339.071	kg/m ³
Ceniza	66.106	kg/m ³
Paja	2.420	kg/m ³
Peso Total	1920.087	kg/m³

f) Proporción de materiales en peso

En función a la cantidad de materiales que se requiere para elaborar 01 unidad de adobe, se representa la proporción en peso de los mismos, teniendo la siguiente proporción para la muestra M3.

Proporción de Materiales en Peso	
Suelo	1.000
Agua	0.224
Ceniza	0.044
Paja	0.0016

D. DETERMINACIÓN DE LA PROPORCIÓN DE MATERIALES PARA ADOBE CON 0.24 % DE FIBRA NATURAL PAJA DE ARROZ.

1.- DATOS GENERALES

a) Dimensiones de los adobes

Adobe: 12x24x8 cm
 Adobe: 10x10x10 cm

b) Determinación del volumen de las muestras

Se obtiene multiplicando las dimensiones de cada muestra, entonces se tiene:

Volumen del Adobe de 12x24x8 cm: 0.002304 m³
 Volumen del Adobe de 10x10x10 cm: 0.001000 m³

c) Cantidad de muestras

Cantidad de Adobes de 12x24x8 cm: 24 und
 Cantidad de Adobes de 10x10x10 cm: 10 und

d) Volumen de Tara

Para la medición del volumen de los materiales para este estudio se utilizó como tara un balde de 18 L, por lo tanto:

Volumen de Tara: 0.0180 m³

2.- CANTIDAD DE MATERIALES

a) Determinación del Peso de Suelo por unidad de adobe a utilizar

Para esta muestra se considera la adición de 30% Ceniza, por lo que 70% del volumen del adobe se considera suelo.

Por lo tanto, el peso de suelo para cada adobe es:

Dimensiones de los adobes	Volumen de Suelo (70%) (A)	δ_s (kg/m ³) (B)	Peso de suelo por Unidad (kg) (AxB)
12x24x8 cm	0.00161	2635.00	4.25
10x10x10 cm	0.00070	2635.00	1.84

b) Determinación del Volumen de Suelo a utilizar

Consiste en determinar el volumen de suelo para la preparación de la muestra M4.

Se obtiene multiplicando la cantidad de adobes por su respectivo volumen, entonces se tiene:

Volumen de Suelo para Adobes de 12x24x8 cm:	0.0387	m ³
Volumen de Suelo para Adobes de 10x10x10 cm:	0.0070	m ³
TOTAL	0.0457	m³

Por lo tanto, el volumen de suelo que se necesita para la preparación de la muestra M4 es:

$$0.0457 \text{ m}^3$$

Así mismo, determinamos la cantidad de baldes de suelo que se requieren para la preparación de la muestra M4. Se obtiene dividiendo el volumen de suelo entre el volumen de la tara (balde), teniendo los siguientes resultados:

Dimensiones de los adobes	Vol. / muestra (C)	Vol. de Tara (D)	Nº baldes (Cx D)
12x24x8 cm	0.03871	0.01800	2.2
10x10x10 cm	0.00700		0.4
TOTAL			2.5

c) Determinación del Peso de Ceniza por unidad de adobe a utilizar

Para esta muestra se considera la adición de 30% de Ceniza de cáscara de arroz

Por lo tanto, el peso de ceniza para cada adobe es:

Dimensiones de los adobes	Volumen de Ceniza (30%) (A)	δ_s (kg/m ³) (B)	Peso de Ceniza por Unidad (kg) (Ax B)
12x24x8 cm	0.00069	268.72	0.19
10x10x10 cm	0.00030	268.72	0.08

d) Determinación del Volumen de Ceniza a utilizar

Consiste en determinar el volumen de ceniza para la preparación de la muestra M4.

Se obtiene multiplicando la cantidad de los adobes por su respectivo volumen, entonces se tiene:

Volumen de Ceniza para Adobes 12x24x8 cm:	0.0166	m ³
Volumen de Ceniza para Adobes 10x10x10 cm:	0.0030	m ³
TOTAL	0.0196	m³

Por lo tanto, el volumen de ceniza que se necesita para la preparación de la muestra M4 es:

$$0.0196 \text{ m}^3$$

Así mismo, determinamos la cantidad de baldes de ceniza que se requieren para la preparación de la muestra M4. Se obtiene dividiendo el volumen de suelo entre el volumen de la tara (balde), teniendo los siguientes resultados:

	Vol. / muestra (C)	Vol. de Tara (D)	N° baldes (Cx D)
Adobes de 12x24x8 cm	0.01659	0.01800	0.9
Adobes de 10x10x10 cm	0.00300		0.2
TOTAL			1.1

e) Determinación de la cantidad de agua a utilizar

La cantidad de agua utilizada para la preparación de la muestra M4 se determinó empíricamente, teniendo en cuenta que la muestra tenga un contenido óptimo de humedad.

Teniendo el siguiente dato:

N° de Baldes en la mezcla	Volumen (m³)	
1.50	0.027	(N° baldes*Vol. Tara)

Teniendo en cuenta la cantidad de adobes elaborados, así como su volumen de cada uno, determinamos el peso de agua que se necesita para cada unidad, mediante la siguiente tabla:

Dimensiones De los adobes	Vol. de Agua Total (m³)	Vol. De Unidad (m³)	Cantidad	Peso de Agua por unidad (kg)
12x24x8 cm	0.027	0.002304	24	0.9527
10x10x10 cm		0.001000	10	0.4135

f) Porcentaje de Fibra de Paja de Arroz

Para esta muestra se consideró adición de 0.24% de Fibra de Paja de Arroz, en función del peso de suelo.

Por lo tanto:

% de Paja de Arroz:	0.24 %
Peso de Paja de Arroz:	0.010 kg

3.- PROPORCIÓN DE MATERIALES EN LA MEZCLA

Con los datos obtenidos anteriormente determinamos la proporción en volumen teórica de los materiales. Entonces:

Suelo:	1
Ceniza:	0.43
Agua:	0.59

4.- DISEÑO DE MEZCLAS

Tesista:	FANNY LISBETH DÍAZ ZURITA
Tesis:	“Efectos de la fibra natural paja de arroz en la resistencia de adobes estabilizados con cenizas de cáscara de arroz al 30 %, Jaén – Cajamarca”
Muestra:	Cantera - San Isidro El Pongo
Cantidad de Ceniza:	30 %
Tipo de Suelo:	Arcilla inorgánica de baja plasticidad

a) Propiedades de los materiales

Estos datos han sido obtenidos mediante ensayos en laboratorio.

Propiedades de los Materiales		
Descripción	Cantidad	Unidad
Contenido de Humedad del Suelo ($\omega\%$)	10.62	%
Peso Específico del Suelo (δ_s)	2635.00	kg/m ³
Peso Específico de la Ceniza (δ_c)	268.72	kg/m ³
Peso Específico del Agua (δ_a)	1000.00	kg/m ³

b) Cantidad de materiales por unidad de adobe

En esta tabla se muestra la cantidad de materiales que se necesita para la elaboración de 01 unidad de adobe de 12x24x8.

Cantidad de Materiales por Unidad de Adobe		
Material	Cantidad	Unidad
Suelo	4.250	kg
Agua	0.953	kg
Ceniza	0.186	kg
Paja	0.010	kg
Peso Total del Adobe	5.398	kg

c) Propiedades del adobe fresco

En esta tabla se muestra las propiedades del adobe de 12x24x8, en estado fresco. Datos obtenidos en laboratorio durante la elaboración de los adobes.

Propiedades del Adobe Fresco		
Descripción	Cantidad	Unidad
Peso fresco del adobe	4.427	kg
Volumen del Adobe	0.0023	m ³

d) Corrección de pesos de los materiales

En esta tabla se muestra los pesos de los materiales corregidos que se necesitan para la elaboración de 01 unidad de adobe de 12x24x8. La corrección se realizó en proporción al peso del adobe fresco.

Pesos Corregidos de Materiales por Unidad de Adobe		
Material	Cantidad	Unidad
Suelo	3.485	kg
Agua	0.781	kg
Ceniza	0.152	kg
Paja	0.008	kg
Peso Total del Adobe	4.427	kg

e) Cantidad de materiales para 1 m³ de mezcla

En esta tabla se muestra la cantidad de materiales que se requiere para preparar 1 m³ de mezcla del tipo M4.

Material	Cantidad	Unidad
Suelo	1512.490	kg/m ³
Agua	339.071	kg/m ³
Ceniza	66.106	kg/m ³
Paja	3.630	kg/m ³
Peso Total	1921.297	kg/m³

f) Proporción de materiales en peso

En función a la cantidad de materiales que se requiere para elaborar 01 unidad de adobe, se representa la proporción en peso de los mismos, teniendo la siguiente proporción para la muestra M4.

Proporción de Materiales en Peso	
Suelo	1.000
Agua	0.224
Ceniza	0.0437
Paja	0.0024

ANEXO B

1. Registro de Dimensiones de los Adobes de 10x10x10 cm

Tabla 20

Medidas de las unidades de adobes de la muestra 1- sin adición de ceniza de cáscara de arroz y sin paja de arroz

N°	Largo (a)			Ancho (b)			Altura (h)					Área (cm ²)	Peso (kg)	
	a ₁ (cm)	a ₂ (cm)	a _{prom} (cm)	b ₁ (cm)	b ₂ (cm)	b _{prom} (cm)	h ₁ (cm)	h ₂ (cm)	h ₃ (cm)	h ₄ (cm)	h _{prom} (cm)			h _{prom} /a _{prom}
M1-1	9.300	9.300	9.300	9.200	9.500	9.350	9.500	9.500	9.400	9.300	9.425	1.01	86.955	1.1680
M1-2	9.000	9.200	9.100	9.400	9.400	9.400	9.000	8.400	8.400	8.400	8.550	0.94	85.54	1.0740
M1-3	9.300	9.200	9.250	9.800	9.500	9.650	8.900	9.100	8.900	8.800	8.925	0.96	89.2625	1.0690
M1-4	9.100	9.100	9.100	9.500	9.500	9.500	8.900	9.100	9.000	9.000	9.000	0.99	86.45	1.0260
M1-5	9.300	9.300	9.300	9.600	9.500	9.550	9.500	9.500	9.100	9.200	9.325	1.00	88.815	1.1340
M1-6	9.200	9.200	9.200	9.200	9.200	9.200	9.300	9.300	9.200	9.200	9.250	1.01	84.64	1.1510
Σ	55.20	55.30	55.25	56.70	56.60	56.65	55.10	54.90	54.00	53.90	54.48	5.92	521.66	6.62
Prom.	9.20	9.22	9.21	9.45	9.43	9.44	9.18	9.15	9.00	8.98	9.08	0.99	86.94	1.10

Tabla 21

Medidas de las unidades de adobes de la muestra 2- con adición de 30% ceniza de cáscara de arroz y 0.12% de paja de arroz

N°	Largo (a)			Ancho (b)			Altura (h)						Área (cm ²)	Peso (kg)
	a ₁ (cm)	a ₂ (cm)	a _{prom} (cm)	b ₁ (cm)	b ₂ (cm)	b _{prom} (cm)	h ₁ (cm)	h ₂ (cm)	h ₃ (cm)	h ₄ (cm)	h _{prom} (cm)	h _{prom} /a _{prom}		
M2-1	9.000	9.200	9.100	9.000	9.000	9.000	9.200	8.800	9.200	9.200	9.100	1.00	81.9	1.0530
M2-2	9.000	9.000	9.000	9.500	9.300	9.400	9.400	9.400	9.600	9.600	9.500	1.06	84.6	1.0260
M2-3	9.000	9.000	9.000	9.400	9.400	9.400	9.000	9.400	9.000	9.400	9.200	1.02	84.6	1.0530
M2-4	9.200	9.200	9.200	9.400	9.300	9.350	9.600	9.600	9.000	9.000	9.300	1.01	86.02	1.0870
M2-5	9.200	9.300	9.250	9.200	9.200	9.200	9.000	9.000	9.200	9.500	9.175	0.99	85.1	1.0960
M2-6	9.400	9.400	9.400	9.200	9.200	9.200	8.600	8.600	9.300	9.300	8.950	0.95	86.48	1.0130
Σ	54.80	55.10	54.95	55.70	55.40	55.55	54.80	54.80	55.30	56.00	55.23	6.03	508.70	6.33
Prom.	9.13	9.18	9.16	9.28	9.23	9.26	9.13	9.13	9.22	9.33	9.20	1.01	84.78	1.05

Tabla 22

Medidas de las unidades de adobes de la muestra 3- con adición de 30% ceniza de cáscara de arroz y 0.16% de paja de arroz

N°	Largo (a)			Ancho (b)			Altura (h)					Área (cm ²)	Peso (kg)	
	a ₁ (cm)	a ₂ (cm)	a _{prom} (cm)	b ₁ (cm)	b ₂ (cm)	b _{prom} (cm)	h ₁ (cm)	h ₂ (cm)	h ₃ (cm)	h ₄ (cm)	h _{prom} (cm)			h _{prom} /a _{prom}
M3-1	9.200	9.200	9.200	9.000	9.000	9.000	10.000	10.000	10.000	9.600	9.900	1.08	82.8	1.1210
M3-2	9.000	9.400	9.200	9.900	10.000	9.950	9.200	9.200	9.400	9.400	9.300	1.01	91.54	1.0520
M3-3	9.100	9.100	9.100	9.200	9.200	9.200	8.500	8.500	9.000	9.300	8.825	0.97	83.72	1.0860
M3-4	9.400	9.400	9.400	9.400	9.400	9.400	9.000	9.300	9.000	9.300	9.150	0.97	88.36	0.9960
M3-5	9.300	9.300	9.300	9.300	9.300	9.300	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000	0.97	86.49	1.0350
M3-6	9.200	9.200	9.200	9.200	9.200	9.200	9.000	9.000	9.500	9.400	9.225	1.00	84.64	1.0700
Σ	55.20	55.60	55.40	56.00	56.10	56.05	54.70	55.00	55.90	56.00	55.40	6.00	517.55	6.36
Prom.	9.20	9.27	9.23	9.33	9.35	9.34	9.12	9.17	9.32	9.33	9.23	1.00	86.26	1.06

Tabla 23

Medidas de las unidades de adobes de la muestra 4- con adición de 30% ceniza de cáscara de arroz y 0.24% de paja de arroz

N°	Largo (a)			Ancho (b)			Altura (h)						Área (cm ²)	Peso (kg)
	a ₁ (cm)	a ₂ (cm)	a _{prom} (cm)	b ₁ (cm)	b ₂ (cm)	b _{prom} (cm)	h ₁ (cm)	h ₂ (cm)	h ₃ (cm)	h ₄ (cm)	h _{prom} (cm)	h _{prom} /a _{prom}		
M4-1	9.200	9.200	9.200	9.200	9.200	9.200	9.300	9.200	9.200	9.200	9.225	1.00	84.64	0.9900
M4-2	9.200	9.200	9.200	9.200	9.100	9.150	9.200	9.200	9.200	9.100	9.175	1.00	84.18	1.0690
M4-3	9.200	9.200	9.200	9.000	9.100	9.050	9.000	9.000	9.600	9.100	9.175	1.00	83.26	1.0380
M4-4	9.000	9.000	9.000	9.100	9.000	9.050	9.500	9.400	9.100	9.100	9.275	1.03	81.45	1.0430
M4-5	9.100	9.100	9.100	9.100	9.100	9.100	9.600	9.600	9.600	9.600	9.600	1.05	82.81	1.0470
M4-6	9.100	9.100	9.100	9.100	9.100	9.100	9.300	9.100	8.600	9.000	9.000	0.99	82.81	1.0500
Σ	54.80	54.80	54.80	54.70	54.60	54.65	55.90	55.50	55.30	55.10	55.45	6.07	499.15	6.24
Prom.	9.13	9.13	9.13	9.12	9.10	9.11	9.32	9.25	9.22	9.18	9.24	1.01	83.19	1.04

2. Registro de Dimensiones de las pilas de 24x12x8 cm

Tabla 24

Medidas de las pilas de la muestra 1- sin adición de ceniza de cáscara de arroz y sin paja de arroz

N°	Largo (a)			Ancho (b)			Altura (h)						Área (cm ²)	Peso (kg)	
	a ₁ (cm)	a ₂ (cm)	a _{prom} (cm)	b ₁ (cm)	b ₂ (cm)	b _{prom} (cm)	h ₁ (cm)	h ₂ (cm)	h ₃ (cm)	h ₄ (cm)	h _{prom} (cm)	h _{prom} /a _{prom}			h _{prom} /a _{prom}
M-1	22.60	22.60	22.60	11.40	11.40	11.40	34.20	34.50	33.80	33.90	34.10	3.00	1.51	257.64	14.13
M-2	22.70	22.80	22.75	11.40	11.40	11.40	32.20	32.60	33.30	33.90	33.00	3.00	1.45	259.35	11.92
M-3	22.80	22.60	22.70	11.20	11.10	11.15	35.00	35.00	35.00	36.00	35.25	3.00	1.55	253.11	13.09
M-4	23.20	22.90	23.05	11.40	11.60	11.50	34.00	33.80	34.50	34.00	34.08	3.00	1.48	265.08	12.85
M-5	23.00	23.00	23.00	11.60	11.50	11.55	34.30	34.30	34.50	34.80	34.48	3.00	1.50	265.65	12.75
M-6	23.00	23.30	23.15	11.50	11.60	11.55	34.50	33.60	34.50	33.20	33.95	3.00	1.47	267.38	13.20
Σ	137.30	137.20	137.25	68.50	68.60	68.55	204.20	203.80	205.60	205.80	204.85	18.00	8.96	1568.20	77.94
Prom.	22.88	22.87	22.88	11.42	11.43	11.43	34.03	33.97	34.27	34.30	34.14	3.00	1.49	261.37	12.99

Tabla 25

Medidas de las pilas de la muestra 2- con adición de 30% ceniza de cáscara de arroz y 0.12% de paja de arroz

N°	Largo (a)			Ancho (b)			Altura (h)						Área (cm ²)	Peso (kg)	
	a ₁ (cm)	a ₂ (cm)	a _{prom} (cm)	b ₁ (cm)	b ₂ (cm)	b _{prom} (cm)	h ₁ (cm)	h ₂ (cm)	h ₃ (cm)	h ₄ (cm)	h _{prom} (cm)	h _{prom} /a _{prom}			h _{prom} /a _{prom}
M-1	22.60	22.50	22.55	11.40	11.30	11.35	32.80	33.00	32.80	32.80	32.85	3.00	1.46	255.94	11.86
M-2	23.20	23.30	23.25	11.60	11.40	11.50	33.40	33.80	33.60	33.60	33.60	3.00	1.45	267.38	12.47
M-3	22.80	22.70	22.75	11.30	11.20	11.25	33.50	33.70	34.50	34.50	34.05	3.00	1.50	255.94	12.49
M-4	22.70	22.70	22.70	11.10	11.10	11.10	32.80	32.80	33.10	33.10	32.95	3.00	1.45	251.97	12.00
M-5	22.40	22.60	22.50	11.00	11.20	11.10	33.50	32.50	34.00	34.00	33.50	3.00	1.49	249.75	12.25
M-6	23.00	23.00	23.00	11.30	11.30	11.30	32.50	32.80	32.80	32.80	32.73	3.00	1.42	259.90	12.36
∑	136.70	136.80	136.75	67.70	67.50	67.60	198.50	198.60	200.80	200.80	199.68	18.00	8.76	1540.88	73.42
Prom.	22.78	22.80	22.79	11.28	11.25	11.27	33.08	33.10	33.47	33.47	33.28	3.00	1.46	256.81	12.24

Tabla 26

Medidas de las pilas de la Muestra 2- con adición de 30% ceniza de cáscara de arroz y 0.16% de paja de arroz

N°	Largo (a)			Ancho (b)			Altura (h)						Área (cm ²)	Peso (kg)	
	a ₁ (cm)	a ₂ (cm)	a _{prom} (cm)	b ₁ (cm)	b ₂ (cm)	b _{prom} (cm)	h ₁ (cm)	h ₂ (cm)	h ₃ (cm)	h ₄ (cm)	h _{prom} (cm)	h _{prom} /a _{prom}			h _{prom} /a _{prom}
M-1	23.50	23.10	23.30	11.20	11.10	11.15	33.00	33.20	33.80	33.40	33.35	3.00	1.43	259.80	12.57
M-2	23.40	22.90	23.15	11.40	11.40	11.40	33.30	33.80	33.50	33.70	33.58	3.00	1.45	263.91	12.54
M-3	22.80	23.00	22.90	11.40	11.60	11.50	32.80	32.50	33.00	33.00	32.83	3.00	1.43	263.35	13.61
M-4	22.50	23.00	22.75	11.50	11.40	11.45	31.90	33.00	32.50	33.50	32.73	3.00	1.44	260.49	11.89
M-5	22.80	22.80	22.80	11.50	11.60	11.55	34.60	33.80	35.20	34.70	34.58	3.00	1.52	263.34	12.89
M-6	22.80	22.80	22.80	11.40	11.80	11.60	34.70	34.80	33.70	33.60	34.20	3.00	1.50	264.48	12.84
Σ	137.80	137.60	137.70	68.40	68.90	68.65	200.30	201.10	201.70	201.90	201.25	18.00	8.77	1575.36	76.33
Prom.	22.97	22.93	22.95	11.40	11.48	11.44	33.38	33.52	33.62	33.65	33.54	3.00	1.46	262.56	12.72

Tabla 27

Medidas de las pilas de la muestra 2- con adición de 30% ceniza de cáscara de arroz y 0.24% de paja de arroz

N°	Largo (a)			Ancho (b)			Altura (h)						Área (cm ²)	Peso (kg)	
	a ₁ (cm)	a ₂ (cm)	a _{prom} (cm)	b ₁ (cm)	b ₂ (cm)	b _{prom} (cm)	h ₁ (cm)	h ₂ (cm)	h ₃ (cm)	h ₄ (cm)	h _{prom} (cm)	h _{prom} /a _{prom}			h _{prom} /a _{prom}
M-1	23.00	23.20	23.10	11.50	11.50	11.50	32.90	33.40	33.50	33.80	33.40	3.00	1.45	265.65	13.84
M-2	22.10	22.20	22.15	11.70	11.40	11.55	32.80	33.00	34.00	33.50	33.33	3.00	1.50	255.83	12.48
M-3	23.00	22.80	22.90	11.50	11.40	11.45	34.30	33.60	35.30	34.20	34.35	3.00	1.50	262.21	13.29
M-4	23.50	23.80	23.65	11.60	11.60	11.60	33.00	32.40	33.60	32.50	32.88	3.00	1.39	274.34	13.45
M-5	23.00	23.00	23.00	11.50	11.40	11.45	33.00	32.90	33.50	33.60	33.25	3.00	1.45	263.35	13.51
M-6	23.10	23.00	23.05	11.40	11.50	11.45	32.40	32.80	32.30	32.20	32.43	3.00	1.41	263.92	13.48
Σ	137.70	138.00	137.85	69.20	68.80	69.00	198.40	198.10	202.20	199.80	199.63	18.00	8.69	1585.30	80.03
Prom.	22.95	23.00	22.98	11.53	11.47	11.50	33.07	33.02	33.70	33.30	33.27	3.00	1.45	264.22	13.34

ANEXOS C

1. Presentación de los Resultados de la Resistencia a Compresión

Tabla 28

Resumen de la resistencia a la compresión de los adobes de 10x10x10 cm

N°	Lectura Máquina (kg-f)				Área (cm ²)				Esfuerzo (kg-f/cm ²)			
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
M-1	623.85	542.30	301.73	590.21	86.96	81.90	82.80	84.64	7.17	6.62	3.64	6.97
M-2	577.98	443.43	356.78	448.52	85.54	84.60	91.54	84.18	6.76	5.24	3.90	5.33
M-3	487.26	484.20	418.96	341.49	89.26	84.60	83.72	83.26	5.46	5.72	5.00	4.10
M-4	485.22	606.52	455.66	349.64	86.45	86.02	88.36	81.45	5.61	7.05	5.16	4.29
M-5	414.88	606.52	567.79	478.08	88.82	85.10	86.49	82.81	4.67	7.13	6.56	5.77
M-6	471.97	451.58	500.51	400.61	84.64	86.48	84.64	82.81	5.58	5.22	5.91	4.84
Σ	3,061.16	3,134.56	2,601.43	2,608.56	521.66	508.70	517.55	499.15	35.25	36.99	30.18	31.31
Prom	510.19	522.43	433.57	434.76	86.94	84.78	86.26	83.19	5.88	6.16	5.03	5.22

2. Presentación de los Resultados de la Resistencia a Compresión de las pilas

Tabla 29

Resumen de la resistencia a la compresión en las pilas de adobes de 24x12x8 cm

N°	Carga de rotura (kg-f)				Área (cm ²)				Esfuerzo (kg-f/cm ²)			
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
M-1	1,176.35	1,125.38	1,100.92	2,198.78	257.64	255.94	259.80	265.65	4.57	4.40	4.24	8.28
M-2	1,109.07	1,049.95	1,250.76	1,248.73	259.35	267.38	263.91	255.83	4.28	3.93	4.74	4.88
M-3	923.55	925.59	1,656.47	1,097.86	253.11	255.94	263.35	262.21	3.65	3.62	6.29	4.19
M-4	1,226.30	1,138.63	879.71	2,068.30	265.08	251.97	260.49	274.34	4.63	4.52	3.38	7.54
M-5	1,212.03	1,304.79	912.33	1,742.10	265.65	249.75	263.34	263.35	4.56	5.22	3.46	6.62
M-6	1,625.89	1,050.97	1,721.71	2,006.12	267.38	259.90	264.48	263.92	6.08	4.04	6.51	7.60
Σ	7,273.19	6,595.31	7,521.92	10,361.88	1,568.20	1,540.88	1,575.36	1,585.30	27.76	25.73	28.62	39.10
Prom.	1,212.20	1,099.22	1,253.65	1,726.98	261.37	256.81	262.56	264.22	4.63	4.29	4.77	6.52

Tabla 30

*Resultados de la resistencia a la compresión en los adobes - diseño de mezcla 1-
adición sin ceniza de cáscara de arroz y sin paja de arroz*

Adobe	Carga (kg)	Deformación (mm)	Área (cm²)	h_{prom} (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg-f/cm²)
M1-1	0.00	0.00	86.96	9.43	0.000	0.00
	203.87	0.28	86.96	9.43	0.030	2.34
	388.38	0.48	86.96	9.43	0.051	4.47
	426.10	0.80	86.96	9.43	0.085	4.90
	453.62	1.00	86.96	9.43	0.106	5.22
	528.03	1.42	86.96	9.43	0.151	6.07
	609.58	2.00	86.96	9.43	0.212	7.01
	623.85	2.08	86.96	9.43	0.221	7.17
	609.58	2.55	86.96	9.43	0.271	7.01
	571.87	3.00	86.96	9.43	0.318	6.58
	509.68	3.88	86.96	9.43	0.412	5.86
M1-2	0.00	0.00	85.54	8.55	0.000	0.00
	411.82	0.18	85.54	8.55	0.021	4.81
	456.68	0.45	85.54	8.55	0.053	5.34
	461.77	0.68	85.54	8.55	0.080	5.40
	471.97	1.00	85.54	8.55	0.117	5.52
	527.01	1.40	85.54	8.55	0.164	6.16
	568.81	2.00	85.54	8.55	0.234	6.65
	577.98	2.52	85.54	8.55	0.295	6.76
	549.44	3.00	85.54	8.55	0.351	6.42
	531.09	3.60	85.54	8.55	0.421	6.21
	504.59	4.00	85.54	8.55	0.468	5.90
M1-3	0.00	0.00	89.26	8.93	0.000	0.00
	264.02	0.10	89.26	8.93	0.011	2.96
	309.89	0.30	89.26	8.93	0.034	3.47
	353.72	1.00	89.26	8.93	0.112	3.96

Adobe	Carga (kg)	Deformación (mm)	Área (cm²)	h_{prom} (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg-f/cm²)
	388.38	1.25	89.26	8.93	0.140	4.35
	409.79	1.50	89.26	8.93	0.168	4.59
	424.06	1.68	89.26	8.93	0.188	4.75
	441.39	2.00	89.26	8.93	0.224	4.94
	471.97	2.30	89.26	8.93	0.258	5.29
	487.26	3.00	89.26	8.93	0.336	5.46
	471.97	4.00	89.26	8.93	0.448	5.29
	0.00	0.00	86.45	9.00	0.000	0.00
	208.97	0.25	86.45	9.00	0.028	2.42
	321.10	0.86	86.45	9.00	0.096	3.71
M1-4	367.99	1.00	86.45	9.00	0.111	4.26
	425.08	1.42	86.45	9.00	0.158	4.92
	485.22	2.00	86.45	9.00	0.222	5.61
	469.93	3.00	86.45	9.00	0.333	5.44
	448.52	4.00	86.45	9.00	0.444	5.19
	0.00	0.00	88.82	9.33	0.000	0.00
	314.98	0.30	88.82	9.33	0.032	3.55
	376.15	0.62	88.82	9.33	0.066	4.24
	413.86	0.89	88.82	9.33	0.095	4.66
M1-5	414.88	1.00	88.82	9.33	0.107	4.67
	407.75	1.45	88.82	9.33	0.155	4.59
	382.26	2.00	88.82	9.33	0.214	4.30
	334.35	3.00	88.82	9.33	0.322	3.76
	316.00	4.00	88.82	9.33	0.429	3.56
	255.86	4.60	88.82	9.33	0.493	2.88
	0.00	0.00	84.64	9.25	0.000	0.00
	353.72	0.10	84.64	9.25	0.011	4.18
	401.63	0.27	84.64	9.25	0.029	4.75
M1-6	409.79	0.31	84.64	9.25	0.034	4.84
	433.23	0.43	84.64	9.25	0.046	5.12
	452.60	0.60	84.64	9.25	0.065	5.35

Adobe	Carga (kg)	Deformación (mm)	Área (cm ²)	h _{prom} (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg-f/cm ²)
	461.77	0.73	84.64	9.25	0.079	5.46
	471.97	1.00	84.64	9.25	0.108	5.58
	453.62	1.52	84.64	9.25	0.164	5.36
	437.31	2.00	84.64	9.25	0.216	5.17
	419.98	2.40	84.64	9.25	0.259	4.96

Figura 11

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M1-1

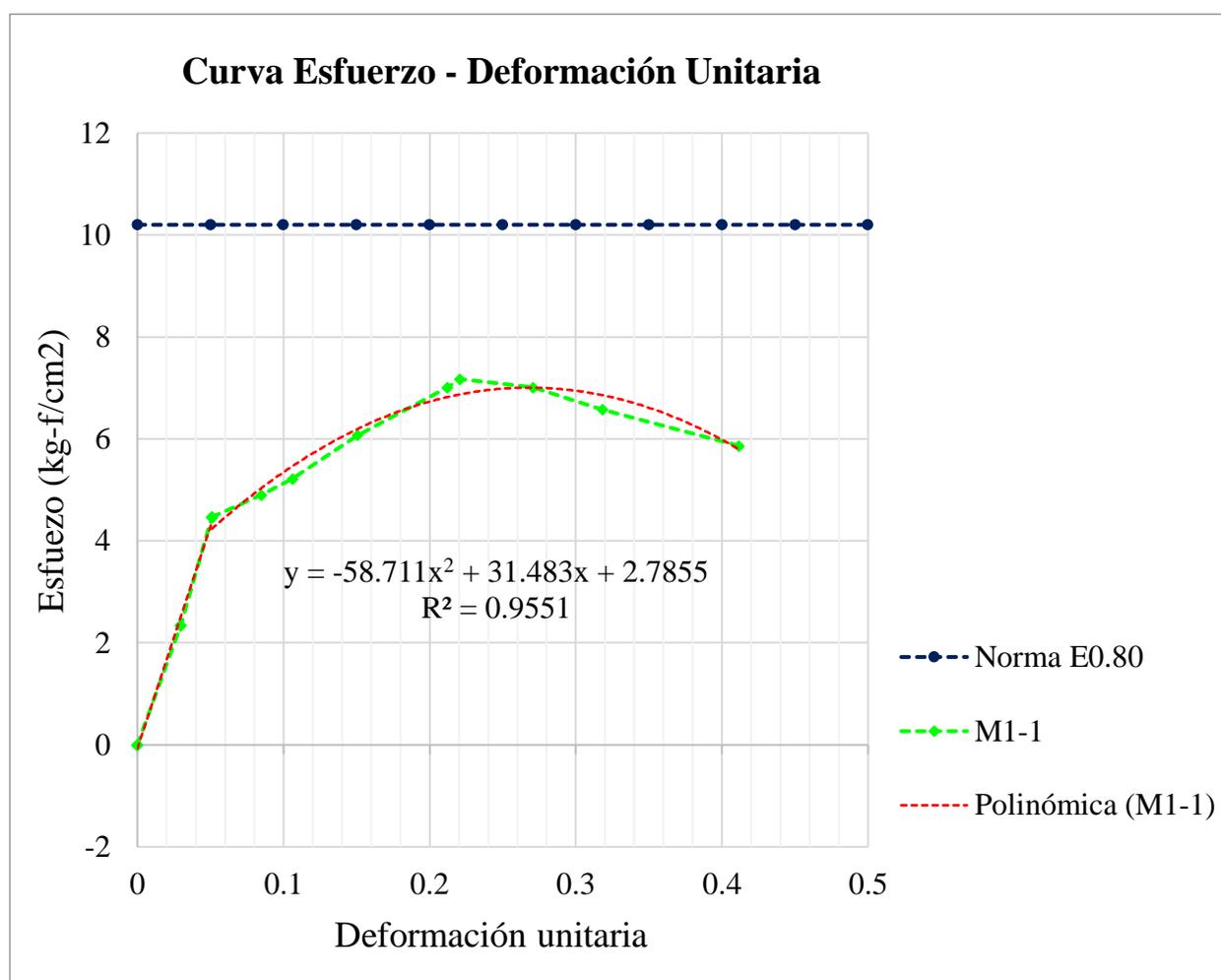


Figura 12

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M1-2

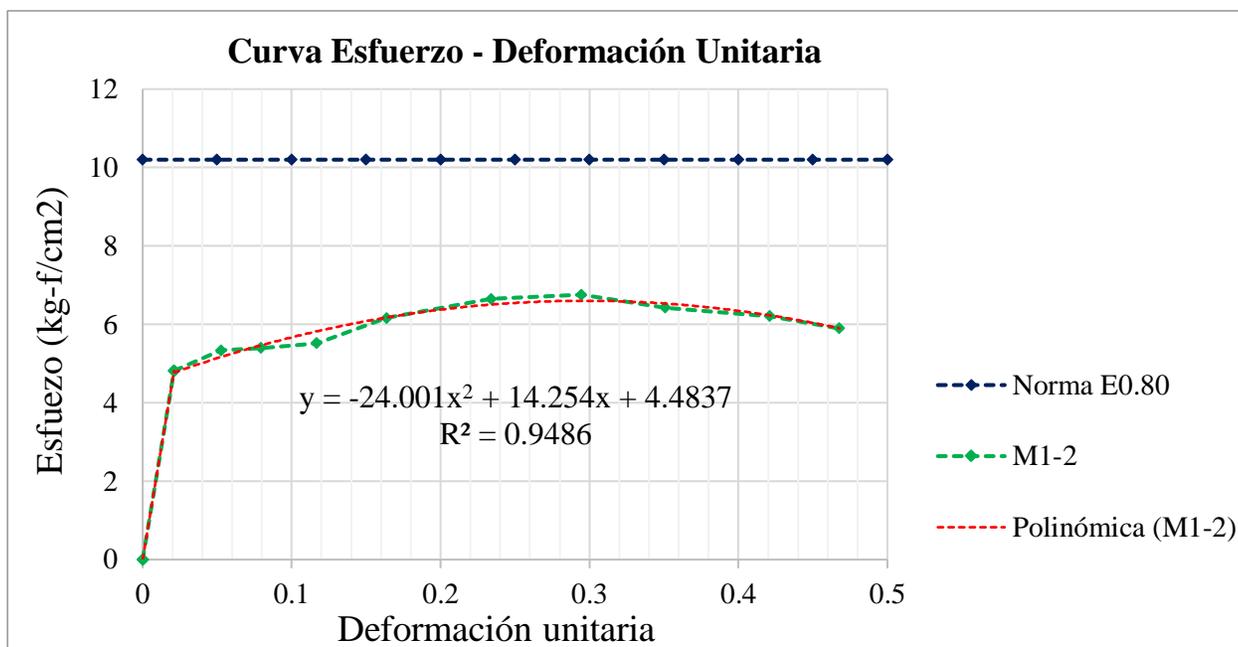


Figura 13

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M1-3

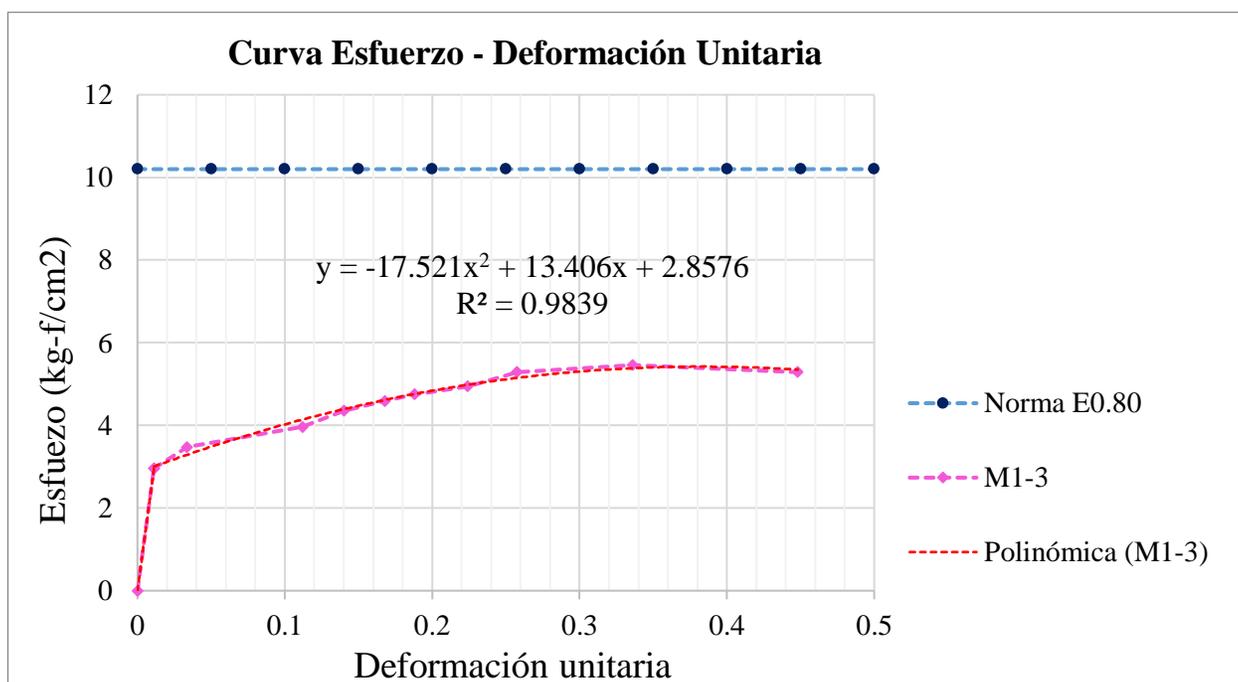


Figura 14

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M1-4

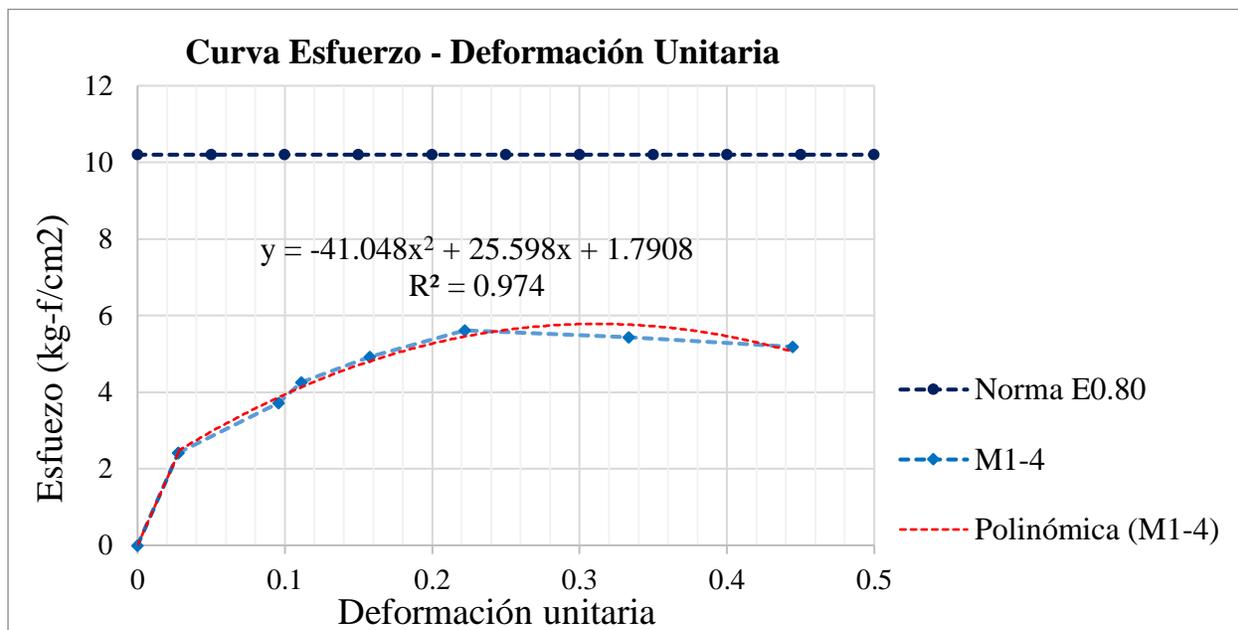
**Figura 15**

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M1-5

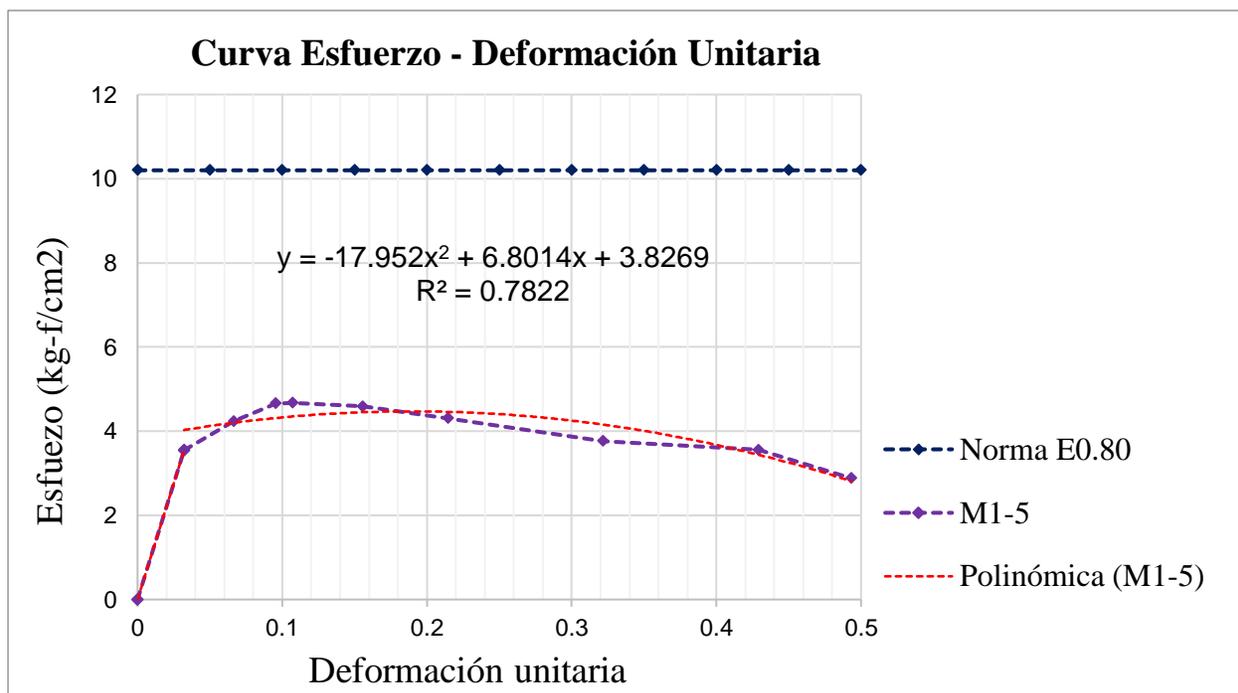
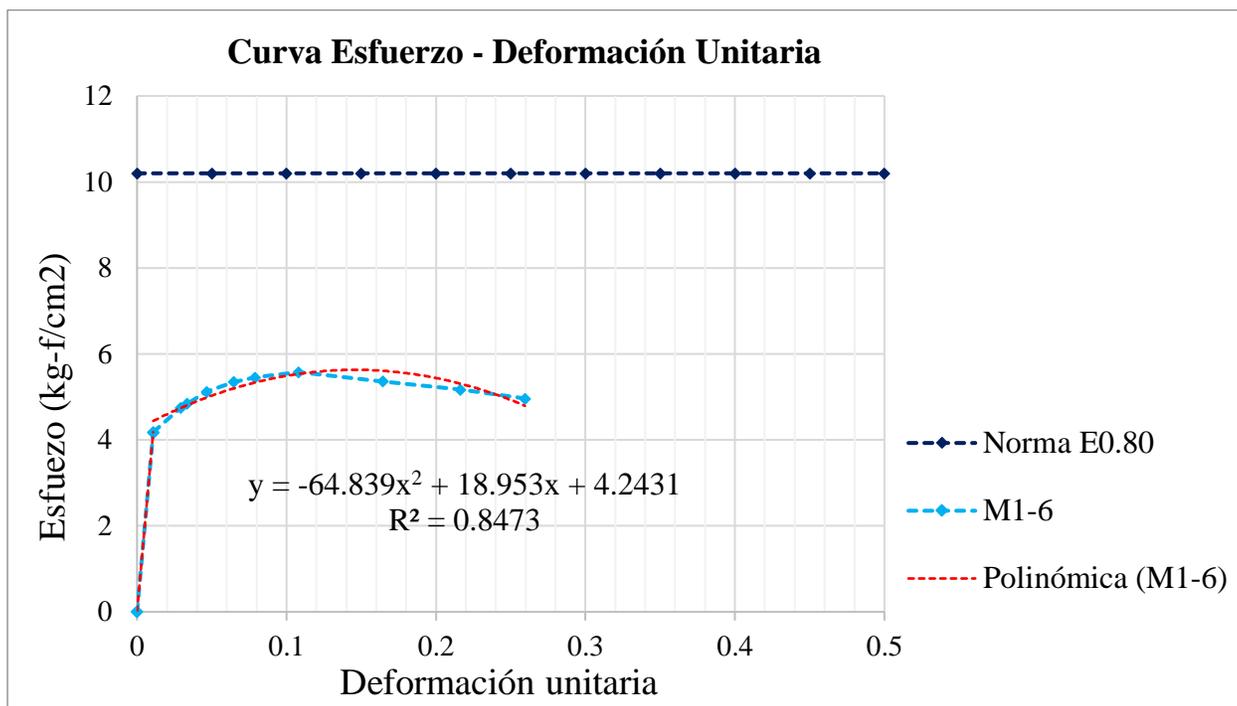


Figura 16

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M1-6

**Figura 17**

Promedio de todas las curvas Esfuerzo-Deformación Unitaria en las muestras 1 sin fibra natural paja de arroz

Deformación unitaria	Esfuerzo (kg-f/cm ²)
0	10.2
0.05	10.2
0.1	10.2
0.15	10.2
0.2	10.2
0.25	10.2
0.3	10.2

Deformación unitaria	Esfuerzo (kg-f/cm ²)
0.35	10.2
0.4	10.2
0.45	10.2
0.5	10.2
0.55	10.2
0.6	10.2
0.65	10.2
0.7	10.2

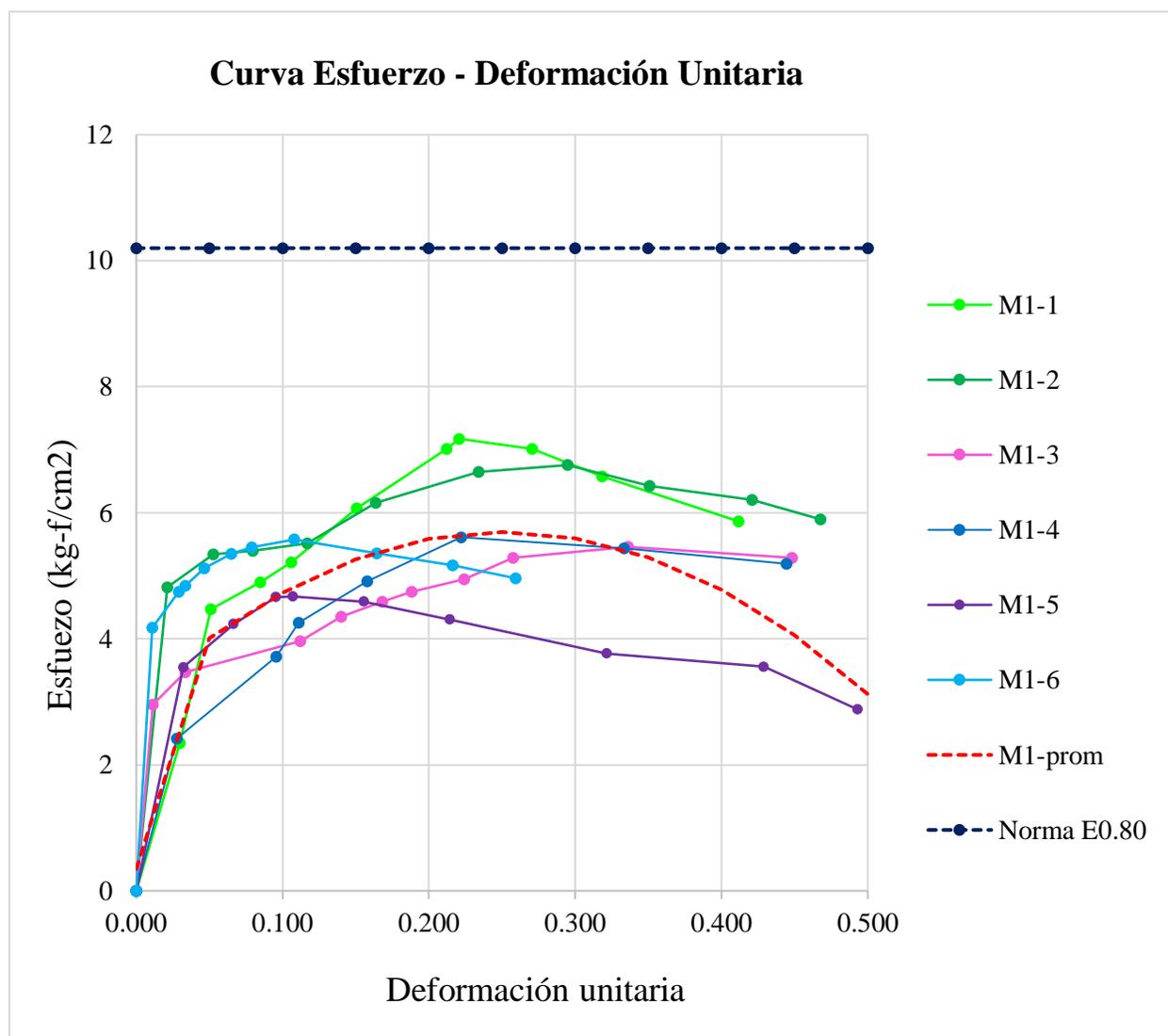


Tabla 31

*Resultados de la resistencia a la compresión en los adobes - diseño de mezcla 2-
adición 30% ceniza de cáscara de arroz y 0.12% paja de arroz*

Adobe	Carga (kg)	Deformación (mm)	Área (cm²)	h_{prom} (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg-f/cm²)
M2-1	0.00	0.00	81.90	9.10	0.000	0.00
	449.54	0.08	81.90	9.10	0.009	5.49
	484.20	0.28	81.90	9.10	0.031	5.91
	515.80	0.60	81.90	9.10	0.066	6.30
	533.13	1.00	81.90	9.10	0.110	6.51
	540.27	1.28	81.90	9.10	0.141	6.60
	535.17	1.75	81.90	9.10	0.192	6.53
	542.30	2.00	81.90	9.10	0.220	6.62
	536.19	2.32	81.90	9.10	0.255	6.55
	524.97	3.00	81.90	9.10	0.330	6.41
	517.84	4.00	81.90	9.10	0.440	6.32
	505.61	5.00	81.90	9.10	0.549	6.17
M2-2	0.00	0.00	84.60	9.50	0.000	0.00
	212.03	0.30	84.60	9.50	0.032	2.51
	250.76	0.50	84.60	9.50	0.053	2.96
	288.48	0.75	84.60	9.50	0.079	3.41
	318.04	0.93	84.60	9.50	0.098	3.76
	340.47	1.00	84.60	9.50	0.105	4.02
	365.95	1.25	84.60	9.50	0.132	4.33
	418.96	2.00	84.60	9.50	0.211	4.95
	443.43	3.00	84.60	9.50	0.316	5.24
	436.29	4.00	84.60	9.50	0.421	5.16
	432.21	5.00	84.60	9.50	0.526	5.11
	414.88	6.00	84.60	9.50	0.632	4.90
409.79	7.00	84.60	9.50	0.737	4.84	

Adobe	Carga (kg)	Deformación (mm)	Área (cm²)	h_{prom} (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg-f/cm²)
M2-3	0.00	0.00	84.60	9.20	0.000	0.00
	475.03	0.12	84.60	9.20	0.013	5.61
	484.20	0.64	84.60	9.20	0.070	5.72
	478.08	1.00	84.60	9.20	0.109	5.65
	468.91	1.20	84.60	9.20	0.130	5.54
	463.81	2.00	84.60	9.20	0.217	5.48
	461.77	3.00	84.60	9.20	0.326	5.46
	443.43	4.00	84.60	9.20	0.435	5.24
	432.21	5.00	84.60	9.20	0.543	5.11
	428.13	6.00	84.60	9.20	0.652	5.06
M2-4	0.00	0.00	86.02	9.30	0.000	0.00
	227.32	0.15	86.02	9.30	0.016	2.64
	314.98	0.50	86.02	9.30	0.054	3.66
	378.19	0.80	86.02	9.30	0.086	4.40
	430.17	1.00	86.02	9.30	0.108	5.00
	475.03	1.20	86.02	9.30	0.129	5.52
	522.94	2.00	86.02	9.30	0.215	6.08
	581.04	3.00	86.02	9.30	0.323	6.75
	603.47	3.44	86.02	9.30	0.370	7.02
	606.52	5.00	86.02	9.30	0.538	7.05
	606.52	7.00	86.02	9.30	0.753	7.05
	590.21	8.00	86.02	9.30	0.860	6.86
M2-5	0.00	0.00	85.10	9.18	0.000	0.00
	205.91	0.32	85.10	9.18	0.035	2.42
	258.92	0.70	85.10	9.18	0.076	3.04
	300.71	1.00	85.10	9.18	0.109	3.53
	425.08	2.00	85.10	9.18	0.218	5.00
	448.52	2.38	85.10	9.18	0.259	5.27
	447.50	3.00	85.10	9.18	0.327	5.26
	447.50	4.00	85.10	9.18	0.436	5.26
	447.50	5.00	85.10	9.18	0.545	5.26

Adobe	Carga (kg)	Deformación (mm)	Área (cm ²)	h _{prom} (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg-f/cm ²)
M2-6	432.21	6.00	85.10	9.18	0.654	5.08
	423.04	7.00	85.10	9.18	0.763	4.97
	0.00	0.00	86.48	8.95	0.000	0.00
	208.97	0.25	86.48	8.95	0.028	2.42
	269.11	0.68	86.48	8.95	0.076	3.11
	318.04	0.90	86.48	8.95	0.101	3.68
	334.35	1.00	86.48	8.95	0.112	3.87
	408.77	1.70	86.48	8.95	0.190	4.73
	429.15	2.00	86.48	8.95	0.223	4.96
	449.54	3.00	86.48	8.95	0.335	5.20
	451.58	3.50	86.48	8.95	0.391	5.22
	445.46	4.00	86.48	8.95	0.447	5.15
	433.23	5.00	86.48	8.95	0.559	5.01
	429.15	6.00	86.48	8.95	0.670	4.96

Figura 18

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M2-1

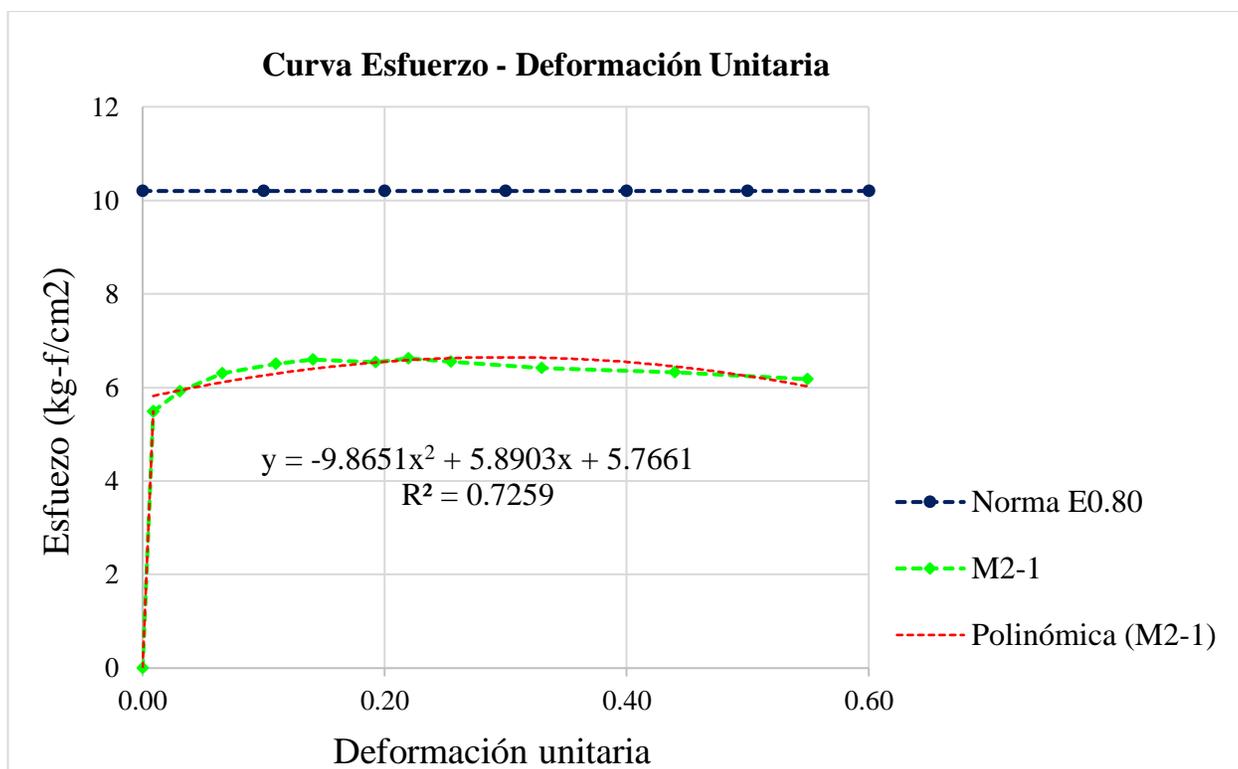


Figura 19

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M2-2

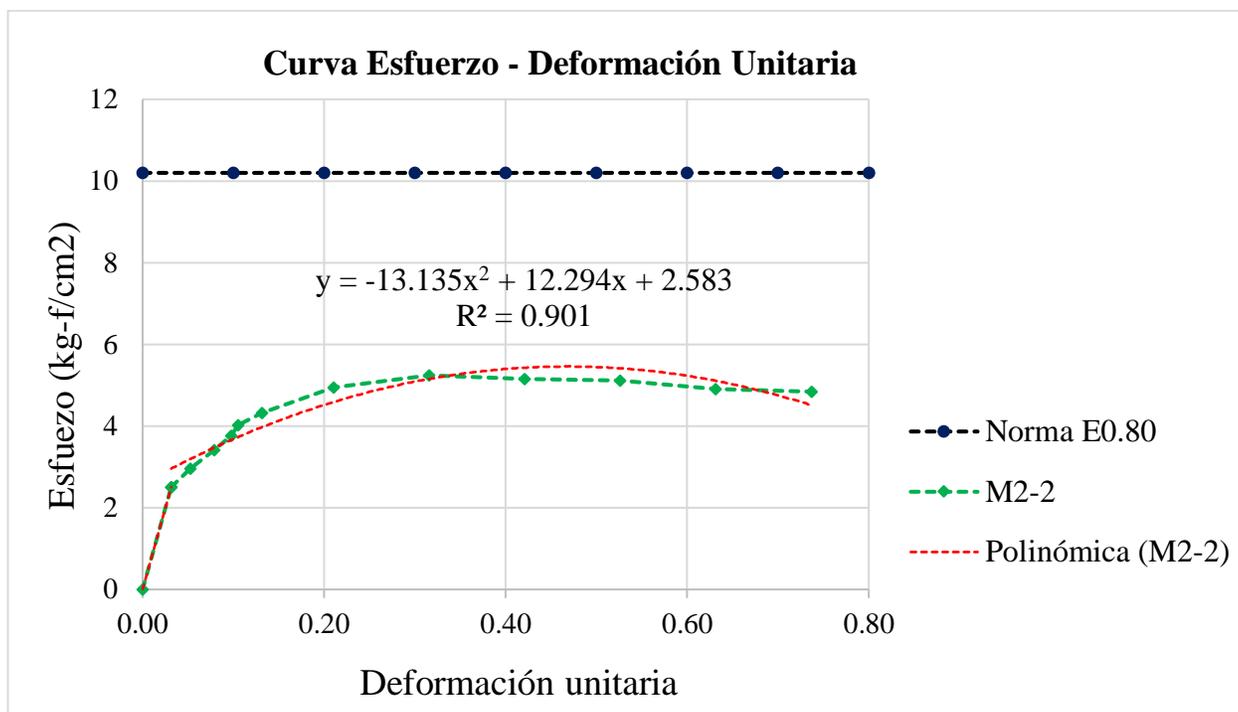
**Figura 20**

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M2-3

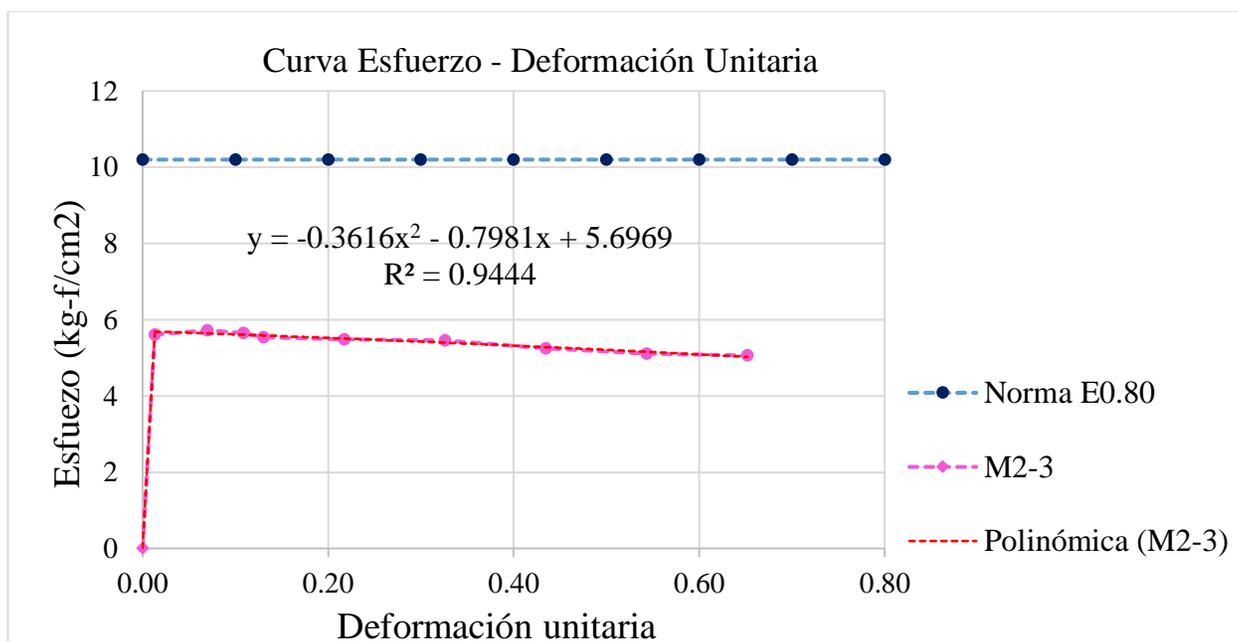


Figura 21

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M2-4

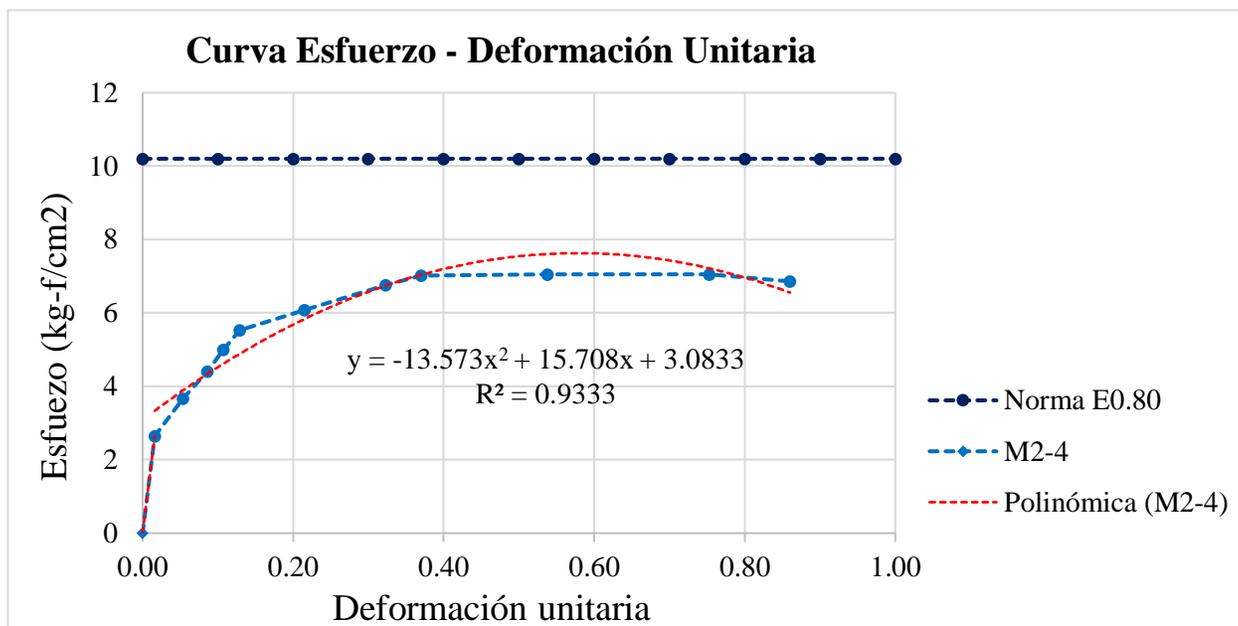
**Figura 22**

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M2-5

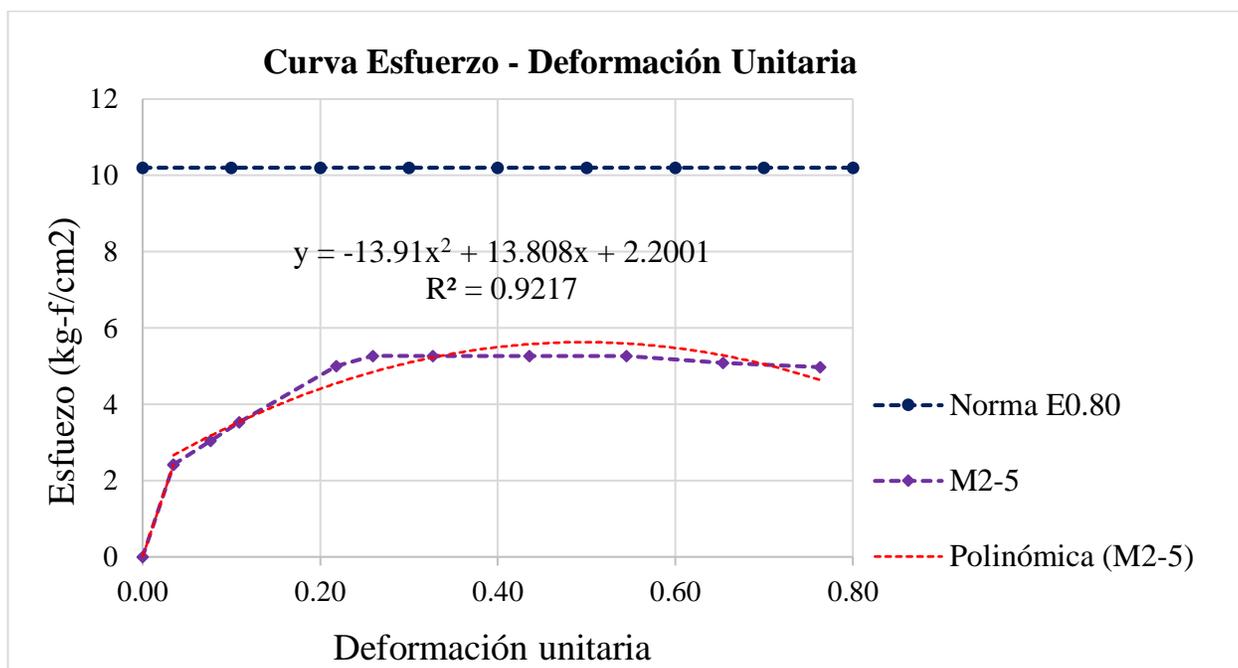
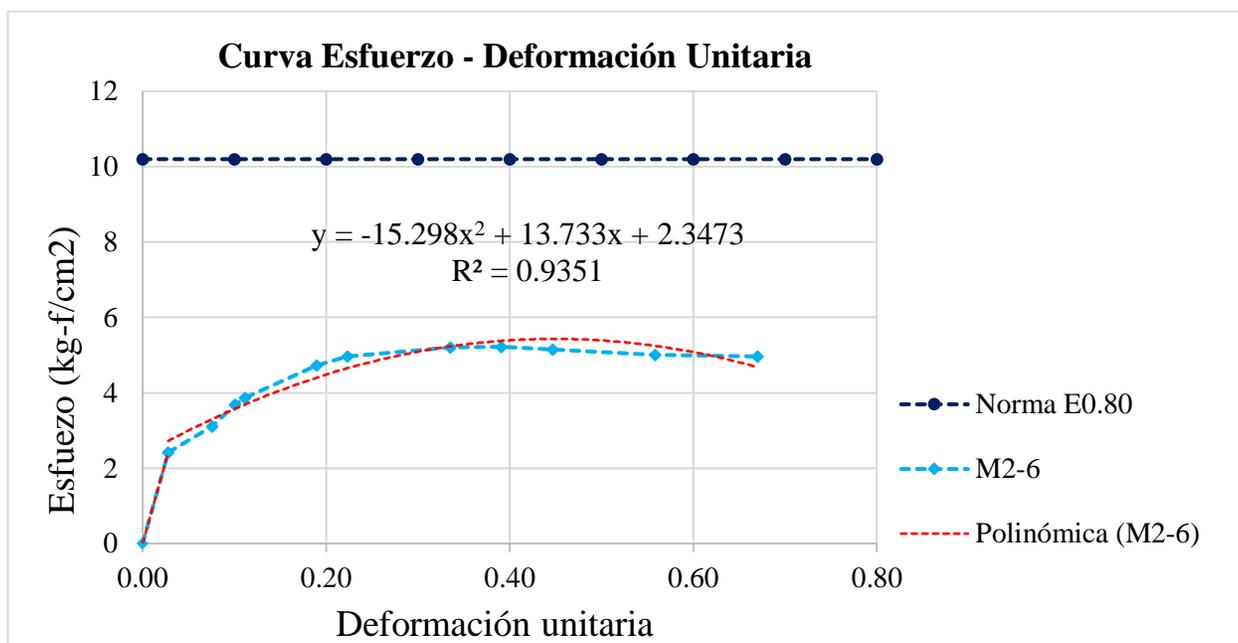


Figura 23

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M2-6

**Figura 24**

Promedio de todas las curvas Esfuerzo-Deformación Unitaria en las muestras 2 con adición de 0.12%

Deformación unitaria	Esfuerzo (kg-f/cm ²)
0.00	10.2
0.10	10.2
0.20	10.2
0.30	10.2
0.40	10.2
0.50	10.2
0.60	10.2
0.70	10.2
0.80	10.2

Deformación unitaria	Esfuerzo (kg-f/cm ²)
0.90	10.2
1.00	10.2
1.10	10.2
1.20	10.2

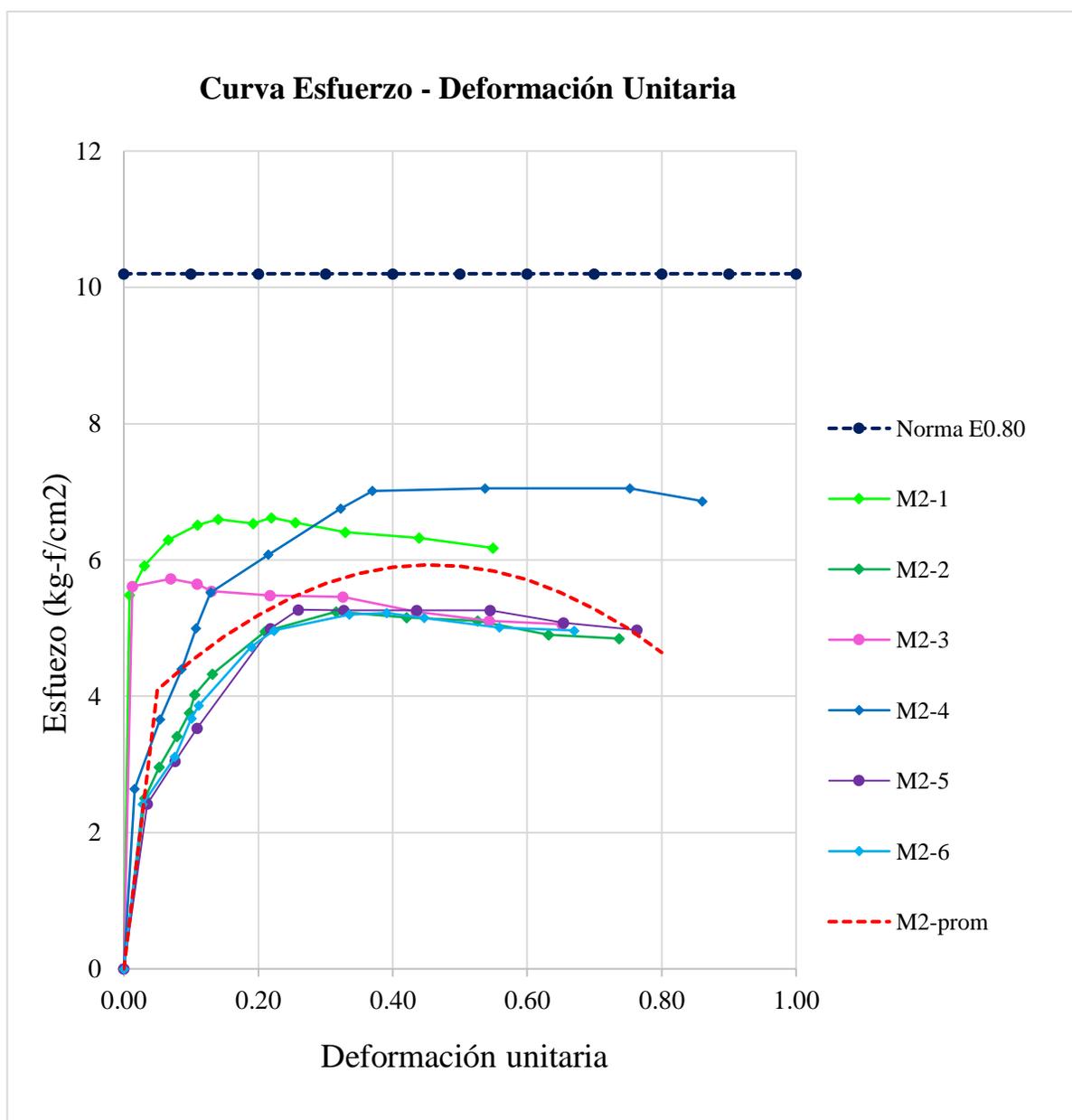


Tabla 32

*Resultados de la resistencia a la compresión en los adobes - diseño de mezcla 2-
adición 30% ceniza de cáscara de arroz y 0.16% paja de arroz*

Adobe	Carga (kg)	Deformación (mm)	Área (cm²)	h_{prom} (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg-f/cm²)
M3-1	0.00	0.00	82.80	9.90	0.000	0.00
	205.91	0.40	82.80	9.90	0.040	2.49
	236.49	0.81	82.80	9.90	0.082	2.86
	248.73	1.00	82.80	9.90	0.101	3.00
	281.35	1.56	82.80	9.90	0.158	3.40
	297.66	2.00	82.80	9.90	0.202	3.59
	298.67	3.00	82.80	9.90	0.303	3.61
	301.73	3.05	82.80	9.90	0.308	3.64
	296.64	4.00	82.80	9.90	0.404	3.58
	290.52	5.00	82.80	9.90	0.505	3.51
	278.29	6.00	82.80	9.90	0.606	3.36
	275.23	7.00	82.80	9.90	0.707	3.32
M3-2	0.00	0.00	91.54	9.30	0.000	0.00
	213.05	0.14	91.54	9.30	0.015	2.33
	250.76	0.50	91.54	9.30	0.054	2.74
	284.40	1.00	91.54	9.30	0.108	3.11
	297.66	1.40	91.54	9.30	0.151	3.25
	311.93	1.81	91.54	9.30	0.195	3.41
	328.24	2.00	91.54	9.30	0.215	3.59
	350.66	3.00	91.54	9.30	0.323	3.83
	353.72	4.00	91.54	9.30	0.430	3.86
	347.60	5.00	91.54	9.30	0.538	3.80
	350.66	6.00	91.54	9.30	0.645	3.83
	356.78	7.00	91.54	9.30	0.753	3.90
M3-3	0.00	0.00	83.72	8.83	0.000	0.00
	309.89	0.24	83.72	8.83	0.027	3.70

Adobe	Carga (kg)	Deformación (mm)	Área (cm²)	h_{prom} (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg-f/cm²)
	357.80	1.00	83.72	8.83	0.113	4.27
	392.46	2.00	83.72	8.83	0.227	4.69
	408.77	2.78	83.72	8.83	0.315	4.88
	412.84	3.00	83.72	8.83	0.340	4.93
	415.90	4.00	83.72	8.83	0.453	4.97
	418.96	5.00	83.72	8.83	0.567	5.00
	398.57	6.00	83.72	8.83	0.680	4.76
	388.38	7.00	83.72	8.83	0.793	4.64
	0.00	0.00	88.36	9.15	0.000	0.00
	409.79	0.38	88.36	9.15	0.042	4.64
	421.00	1.00	88.36	9.15	0.109	4.76
	442.41	2.00	88.36	9.15	0.219	5.01
M3-4	450.56	3.00	88.36	9.15	0.328	5.10
	455.66	4.00	88.36	9.15	0.437	5.16
	442.41	5.00	88.36	9.15	0.546	5.01
	439.35	6.00	88.36	9.15	0.656	4.97
	442.41	7.00	88.36	9.15	0.765	5.01
	0.00	0.00	86.49	9.00	0.000	0.00
	260.96	0.24	86.49	9.00	0.027	3.02
	305.81	0.53	86.49	9.00	0.059	3.54
	428.13	1.00	86.49	9.00	0.111	4.95
	453.62	1.28	86.49	9.00	0.142	5.24
M3-5	511.72	1.69	86.49	9.00	0.188	5.92
	543.32	2.00	86.49	9.00	0.222	6.28
	567.79	2.45	86.49	9.00	0.272	6.56
	557.59	3.00	86.49	9.00	0.333	6.45
	530.07	4.00	86.49	9.00	0.444	6.13
	497.45	5.00	86.49	9.00	0.556	5.75
	0.00	0.00	84.64	9.23	0.000	0.00
M3-6	408.77	0.42	84.64	9.23	0.046	4.83
	412.84	1.00	84.64	9.23	0.108	4.88

Adobe	Carga (kg)	Deformación (mm)	Área (cm ²)	h _{prom} (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg-f/cm ²)
	424.06	1.32	84.64	9.23	0.143	5.01
	425.08	2.00	84.64	9.23	0.217	5.02
	500.51	3.00	84.64	9.23	0.325	5.91
	376.15	4.00	84.64	9.23	0.434	4.44
	365.95	4.69	84.64	9.23	0.508	4.32
	376.15	5.00	84.64	9.23	0.542	4.44
	352.70	6.00	84.64	9.23	0.650	4.17
	311.93	6.62	84.64	9.23	0.718	3.69

Figura 25

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M3-1

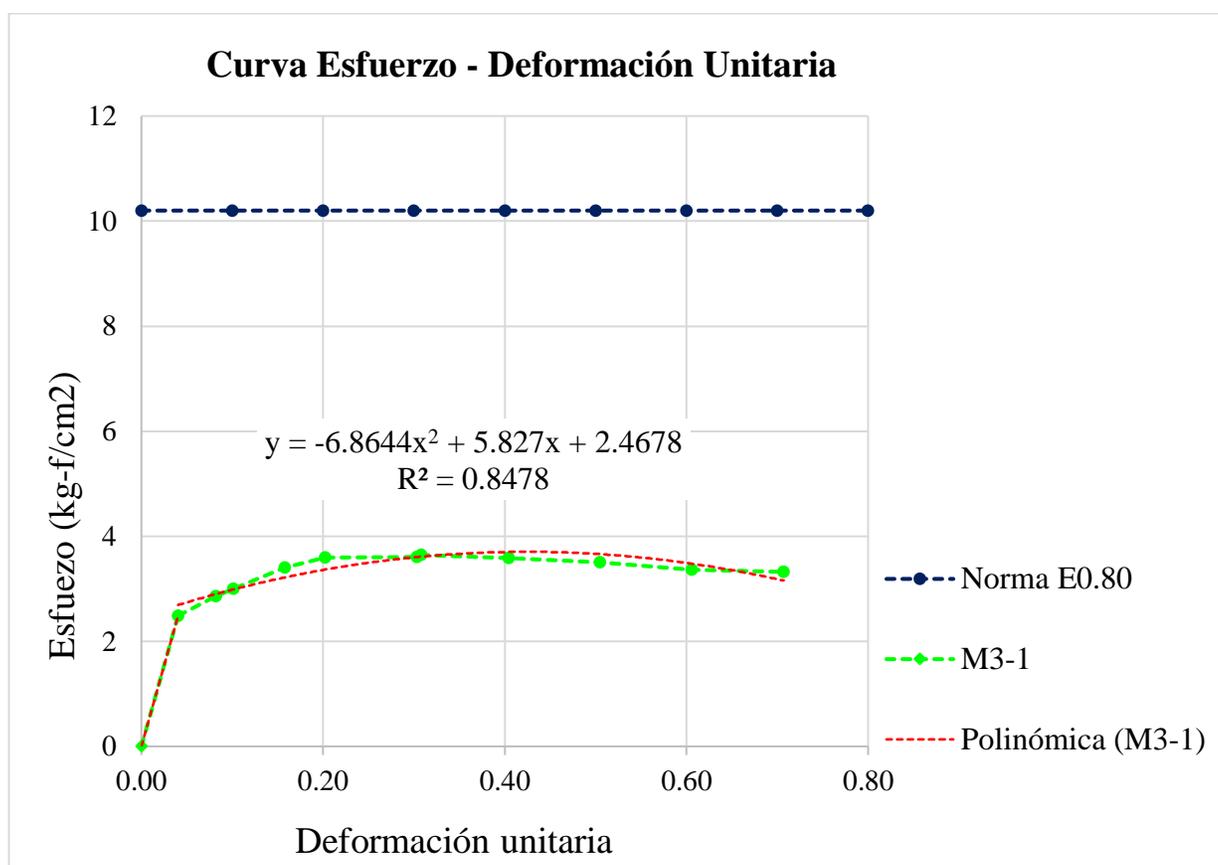


Figura 26

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M3-2

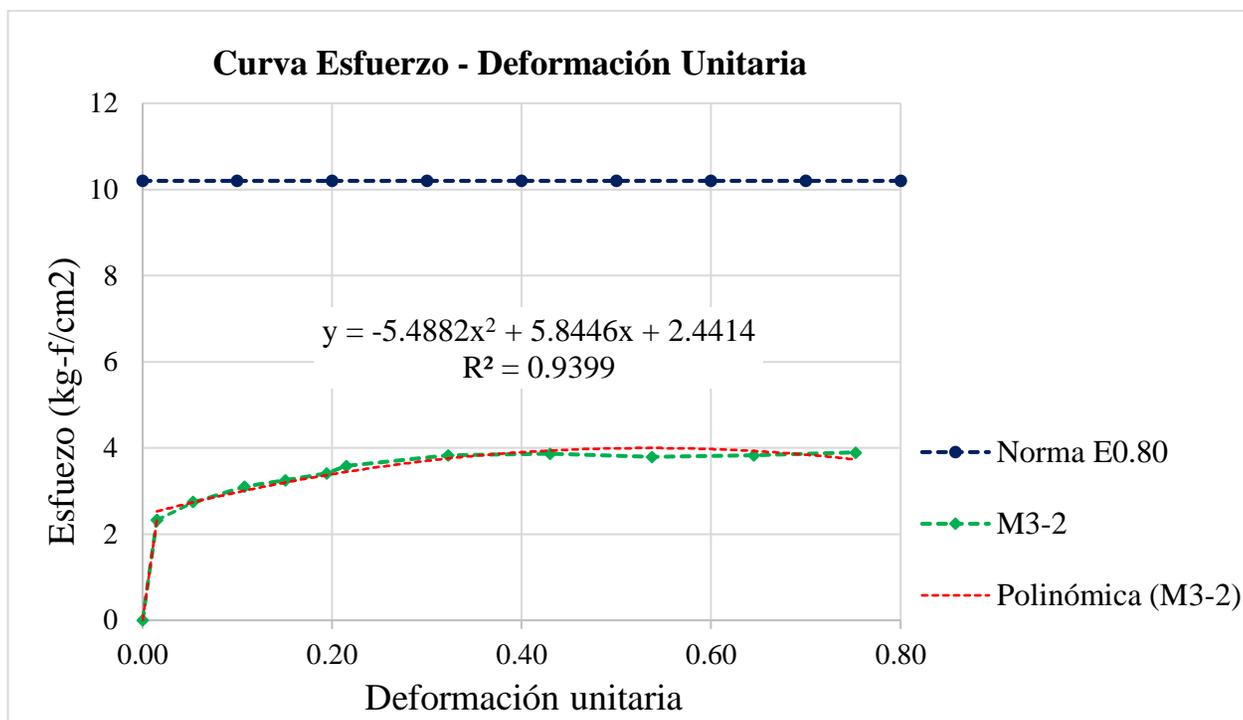
**Figura 27**

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M3-3

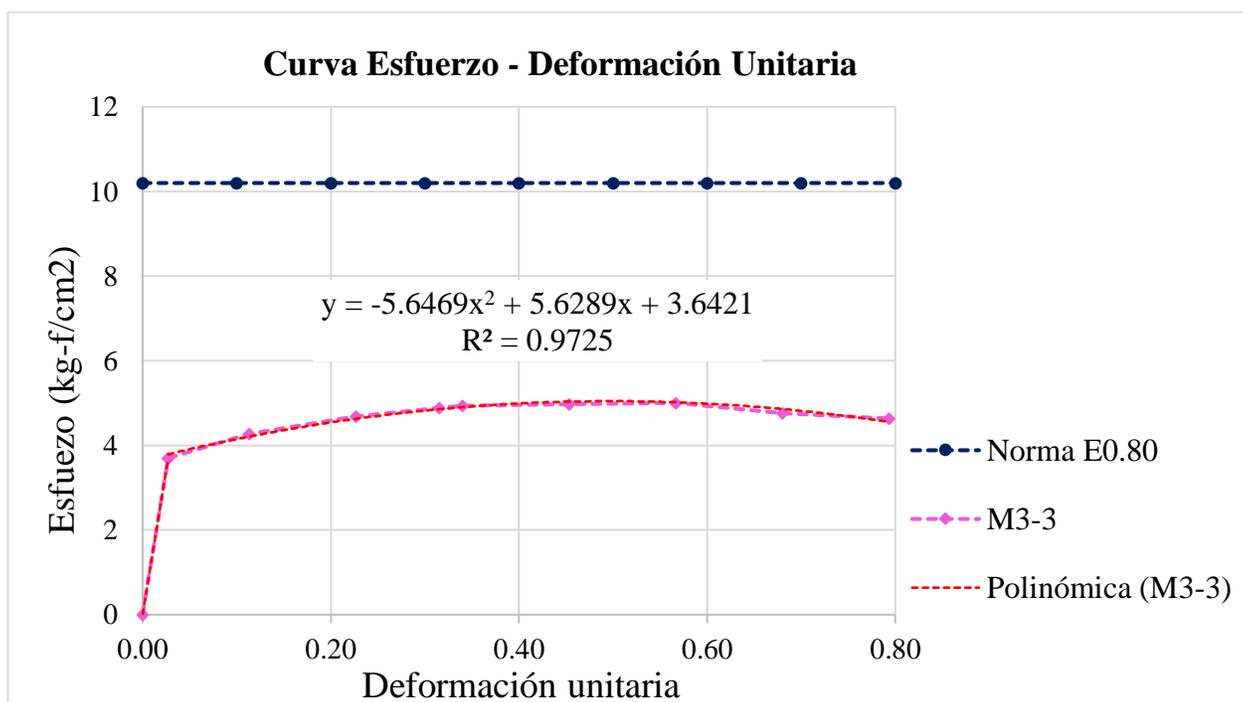


Figura 28

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M3-4

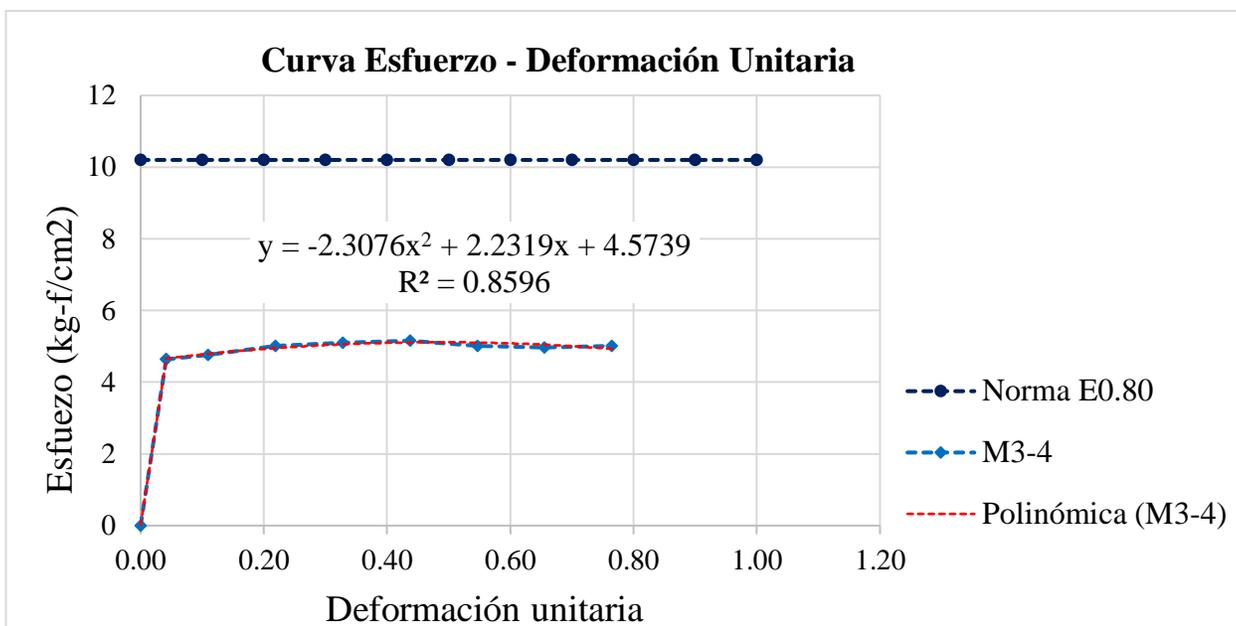
**Figura 29**

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M3-5

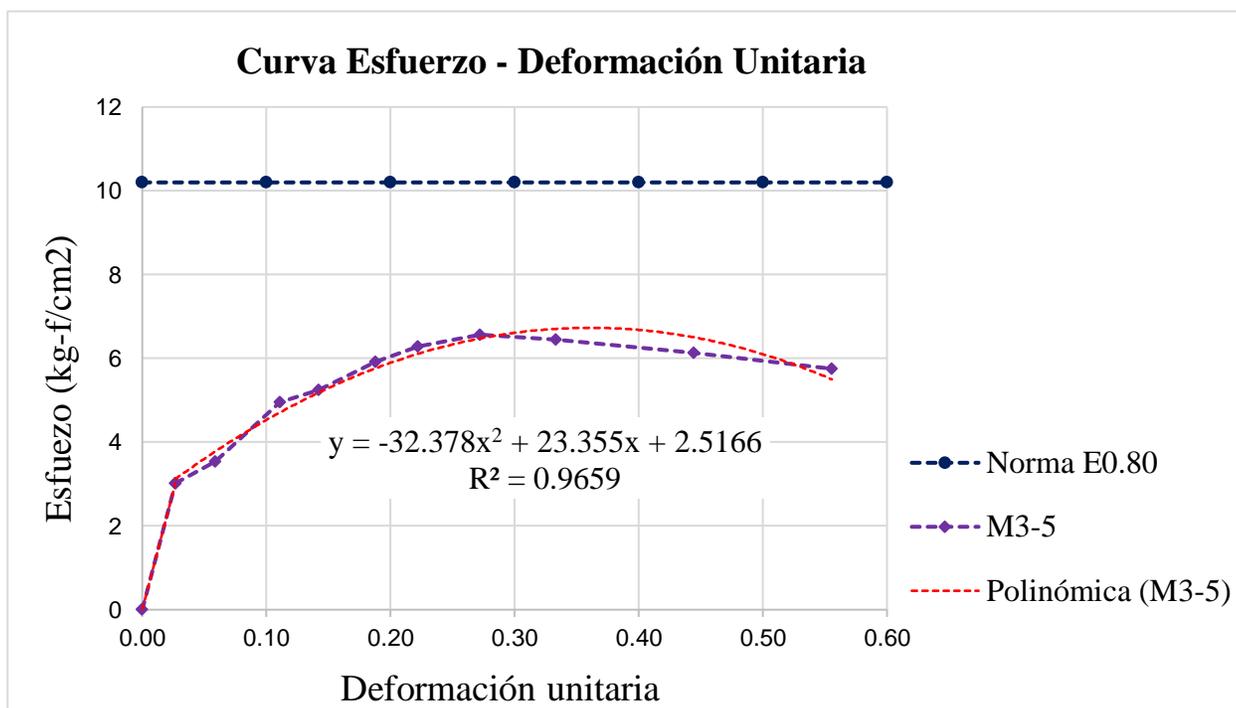
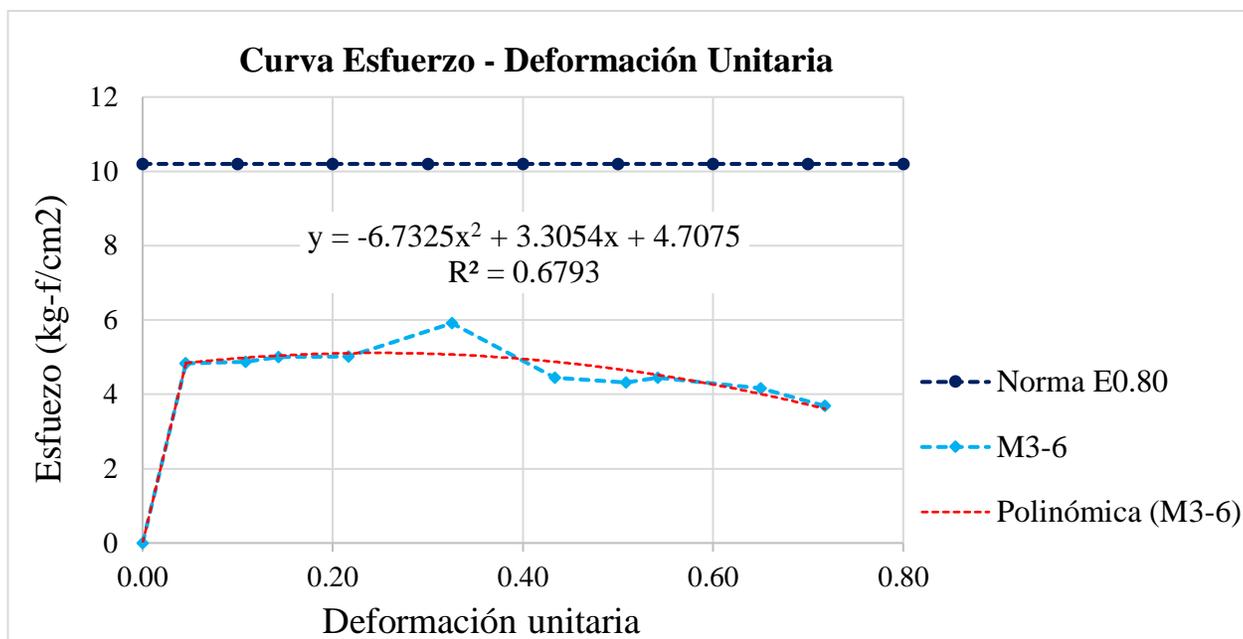


Figura 30

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M3-6

**Figura 31**

Promedio de todas las curvas Esfuerzo-Deformación Unitaria en las muestras 3 con adición de 0.16% de paja de arroz

Deformación unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)
0.00	10.2
0.10	10.2
0.20	10.2
0.30	10.2
0.40	10.2
0.50	10.2
0.60	10.2
0.70	10.2
0.80	10.2

Deformación unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)
0.90	10.2
1.00	10.2

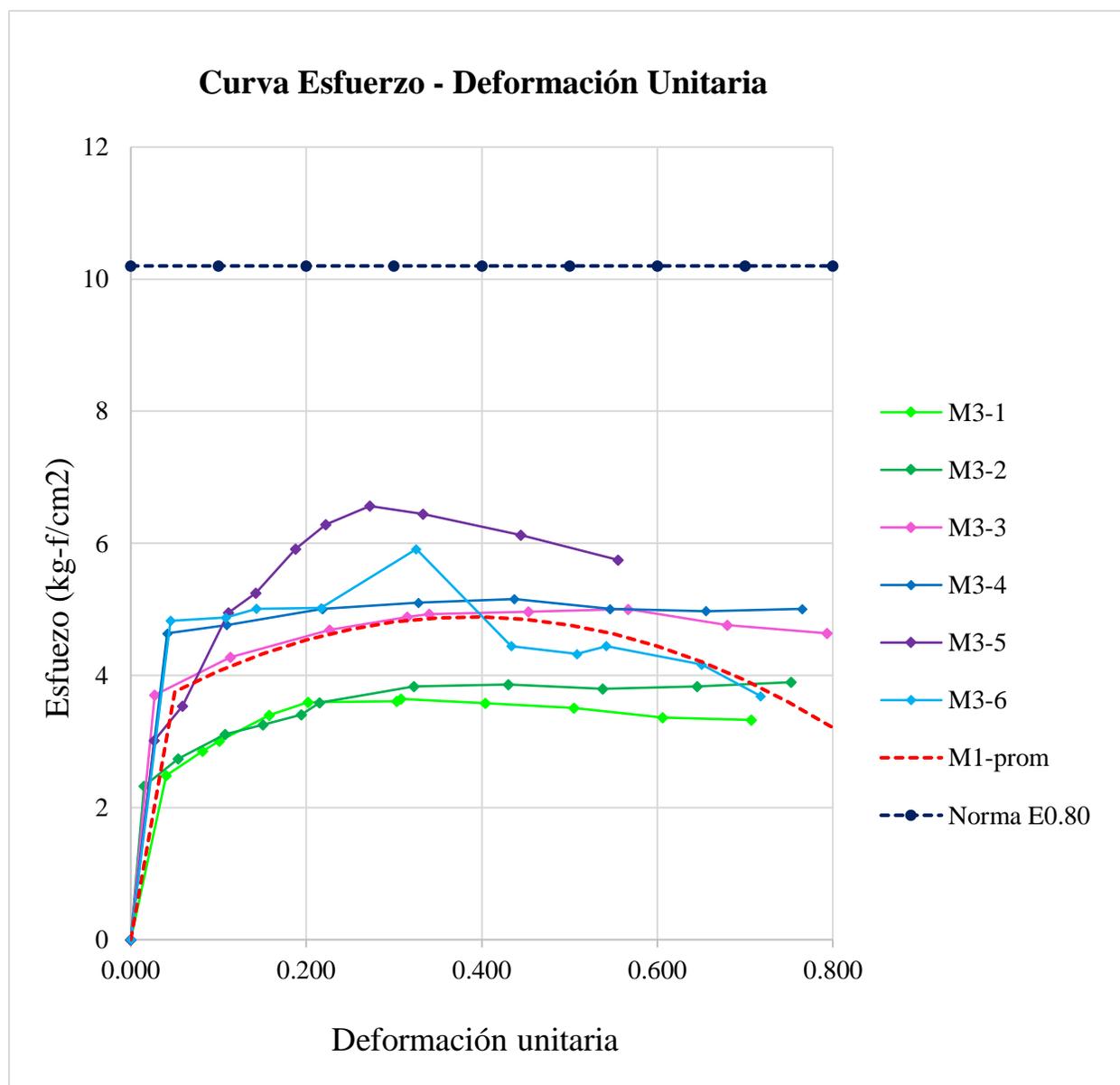


Tabla 33

*Resultados de la resistencia a la compresión en los adobes - diseño de mezcla 2-
adición 30% ceniza de cáscara de arroz y 0.24% paja de arroz*

Adobe	Carga (kg)	Deformación (mm)	Área (cm²)	h_{prom} (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg-f/cm²)
M4-1	0.00	0.00	84.64	9.23	0.000	0.00
	306.83	0.20	84.64	9.23	0.022	3.63
	379.20	0.52	84.64	9.23	0.056	4.48
	412.84	0.70	84.64	9.23	0.076	4.88
	453.62	1.00	84.64	9.23	0.108	5.36
	590.21	2.00	84.64	9.23	0.217	6.97
	584.10	3.00	84.64	9.23	0.325	6.90
M4-2	0.00	0.00	84.18	9.23	0.000	0.00
	207.95	0.25	84.18	9.18	0.027	2.47
	300.71	1.00	84.18	9.18	0.109	3.57
	333.33	1.30	84.18	9.18	0.142	3.96
	414.88	2.00	84.18	9.18	0.218	4.93
	448.52	3.00	84.18	9.18	0.327	5.33
M4-3	0.00	0.00	83.26	9.18	0.000	0.00
	307.85	0.47	83.26	9.18	0.051	3.70
	320.08	1.00	83.26	9.18	0.109	3.84
	341.49	2.00	83.26	9.18	0.218	4.10
	336.39	3.00	83.26	9.18	0.327	4.04
M4-4	0.00	0.00	81.45	9.28	0.000	0.00
	307.85	0.20	81.45	9.28	0.022	3.78
	321.10	1.00	81.45	9.28	0.108	3.94
	334.35	2.00	81.45	9.28	0.216	4.11
	340.47	2.48	81.45	9.28	0.267	4.18
	349.64	3.00	81.45	9.28	0.323	4.29
	0.00	0.00	82.81	9.60	0.000	0.00
	417.94	0.47	82.81	9.60	0.049	5.05

Adobe	Carga (kg)	Deformación (mm)	Área (cm ²)	h _{prom} (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg-f/cm ²)
M4-5	439.35	1.00	82.81	9.60	0.104	5.31
	456.68	1.41	82.81	9.60	0.147	5.51
	468.91	2.00	82.81	9.60	0.208	5.66
	478.08	3.00	82.81	9.60	0.313	5.77
M4-6	0.00	0.00	82.81	9.00	0.000	0.00
	205.91	0.11	82.81	9.00	0.012	2.49
	301.73	1.00	82.81	9.00	0.111	3.64
	328.24	1.18	82.81	9.00	0.131	3.96
	384.30	2.00	82.81	9.00	0.222	4.64
	400.61	3.00	82.81	9.00	0.333	4.84

Figura 32

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M4-1

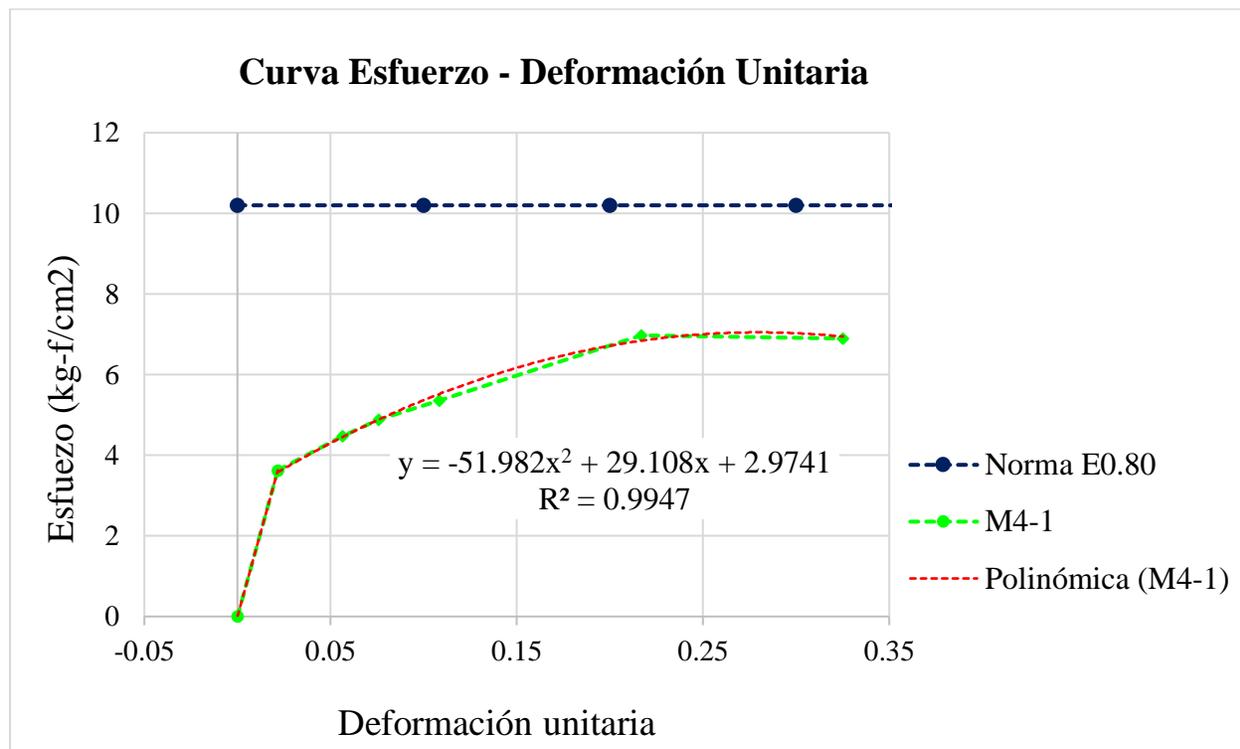


Figura 33

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M4-2

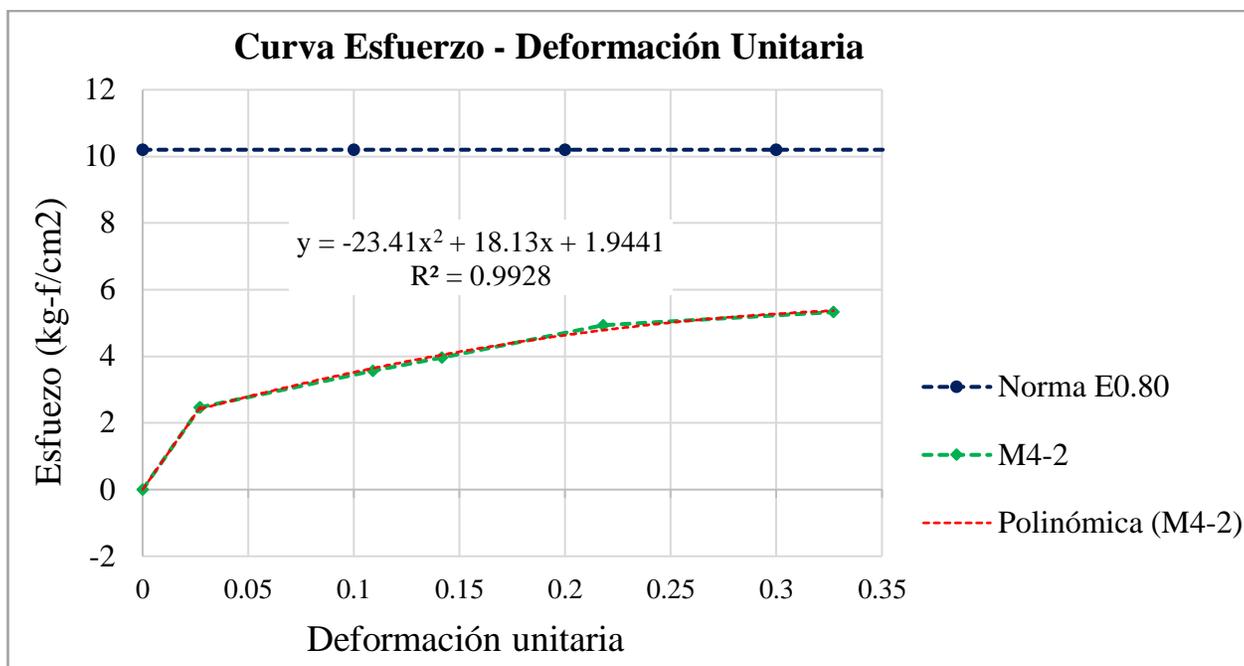
**Figura 34**

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M4-3

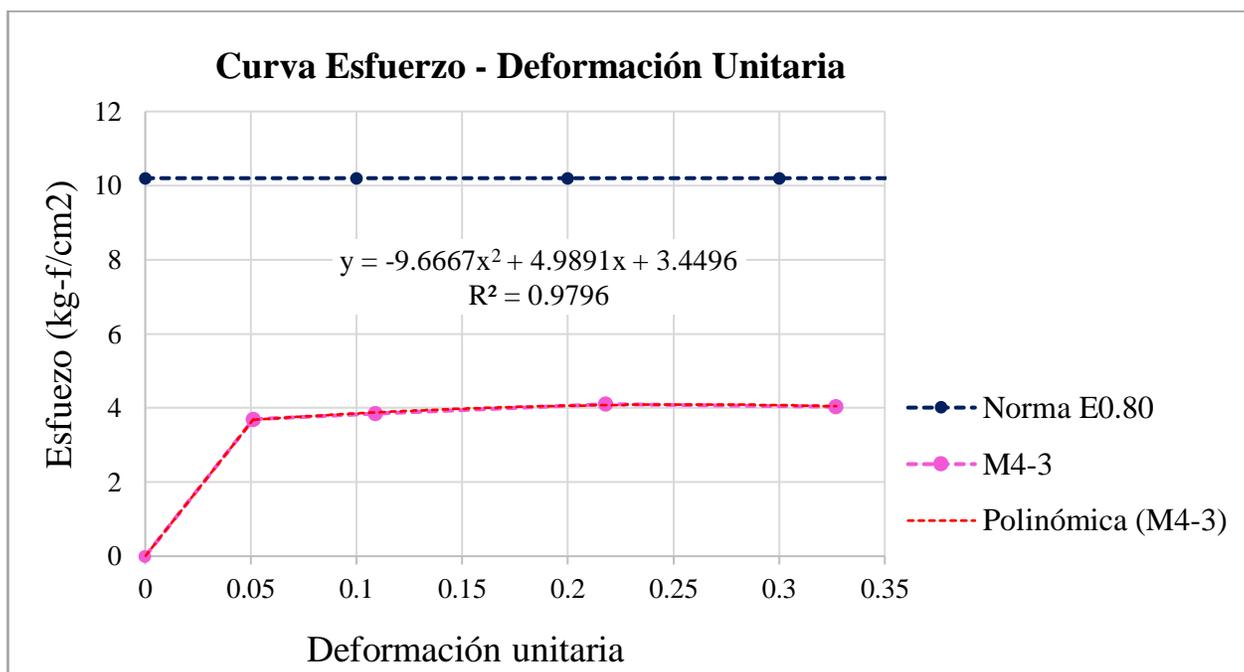


Figura 35

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M4-4

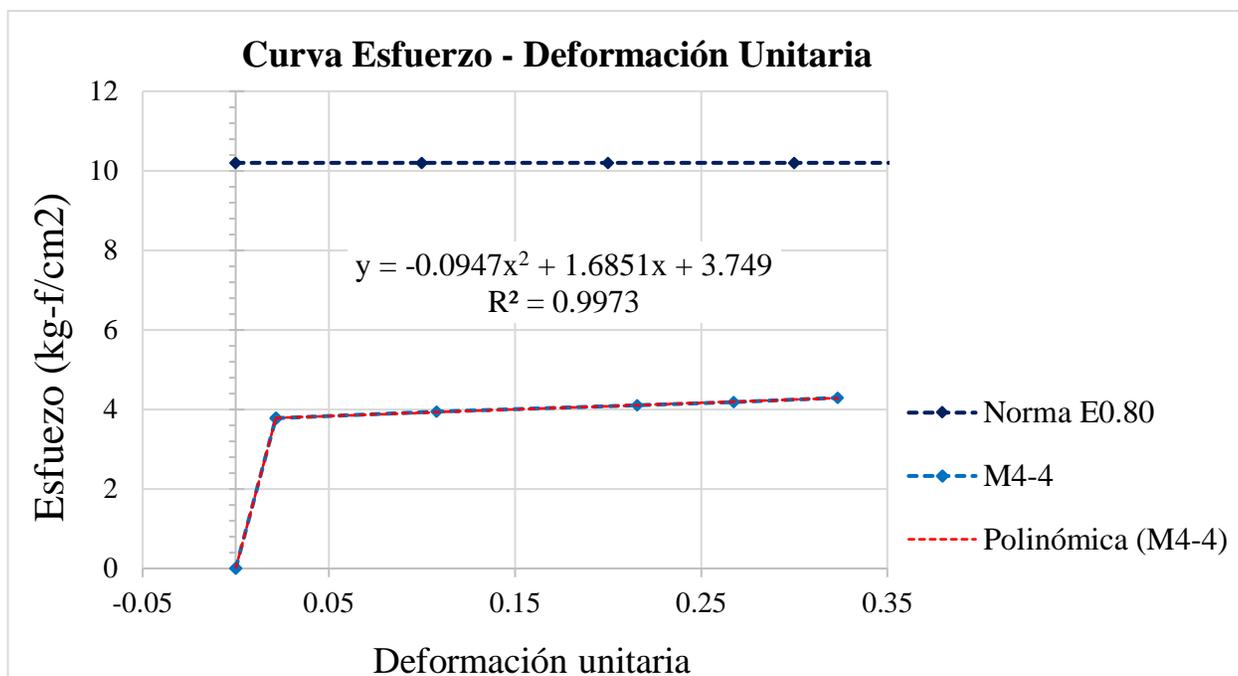
**Figura 36**

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M4-5

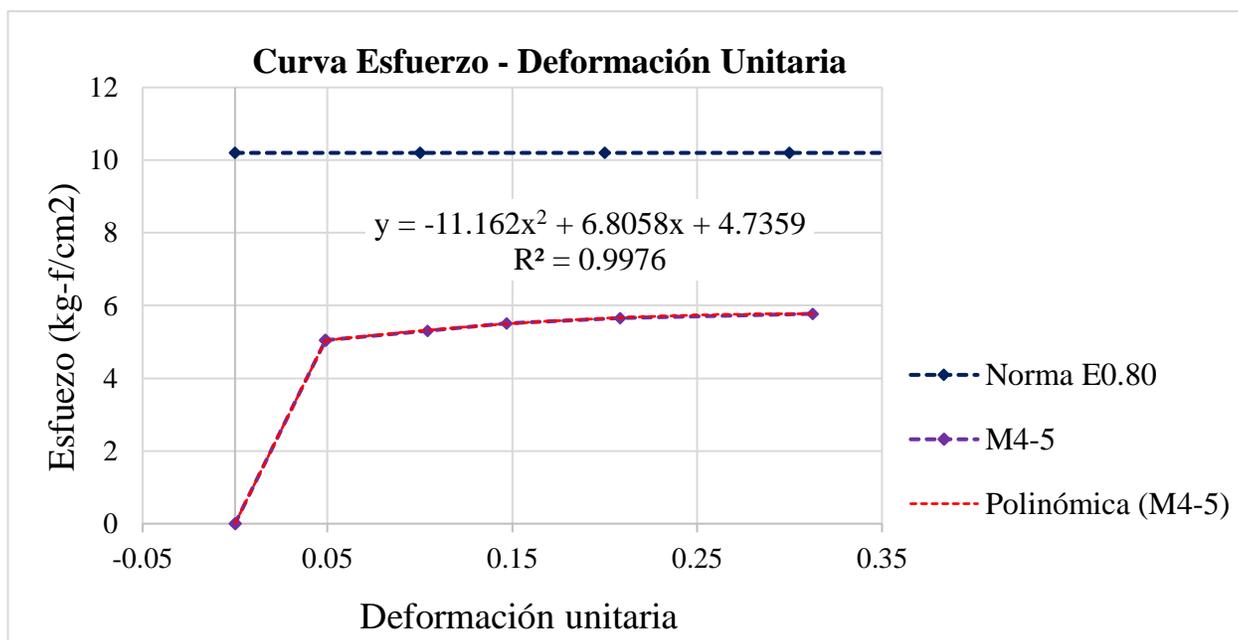
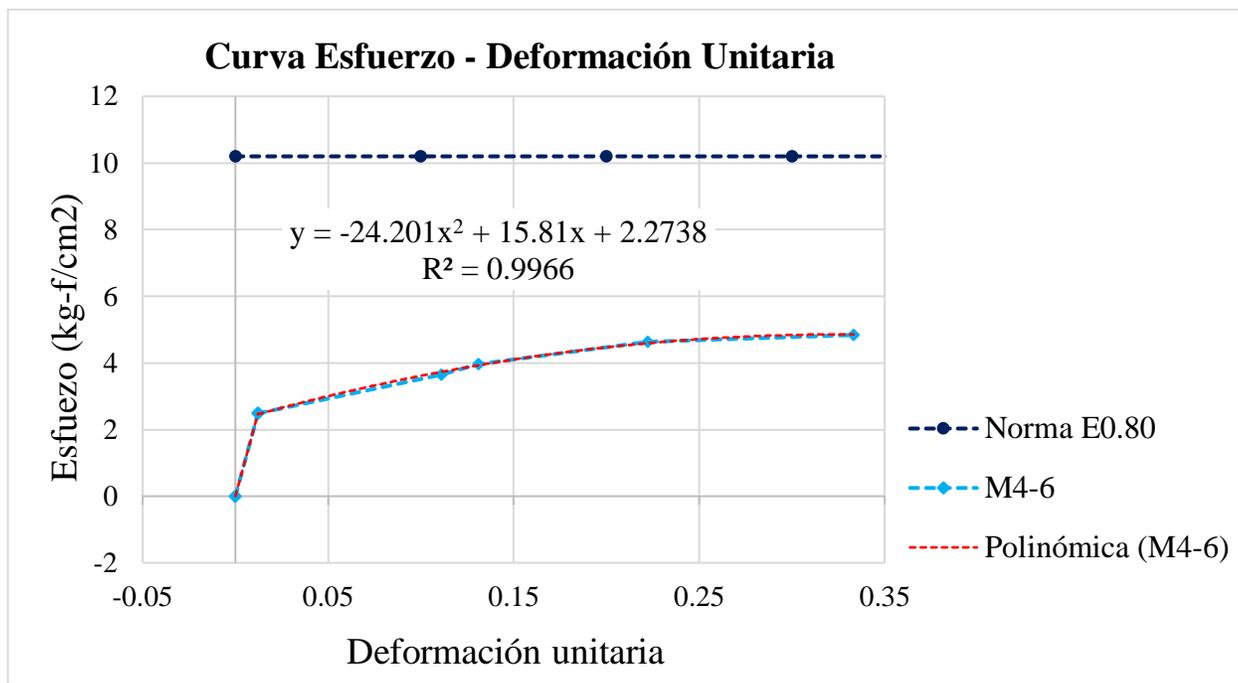


Figura 37

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M4-6

**Figura 38**

Promedio de todas las curvas Esfuerzo-Deformación Unitaria en las muestras 3 con adición de 0.24% de paja de arroz

Deformación unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)
0	10.2
0.1	10.2
0.2	10.2
0.3	10.2
0.4	10.2
0.5	10.2
0.6	10.2

Deformación unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)
0.7	10.2
0.8	10.2
0.9	10.2
1	10.2

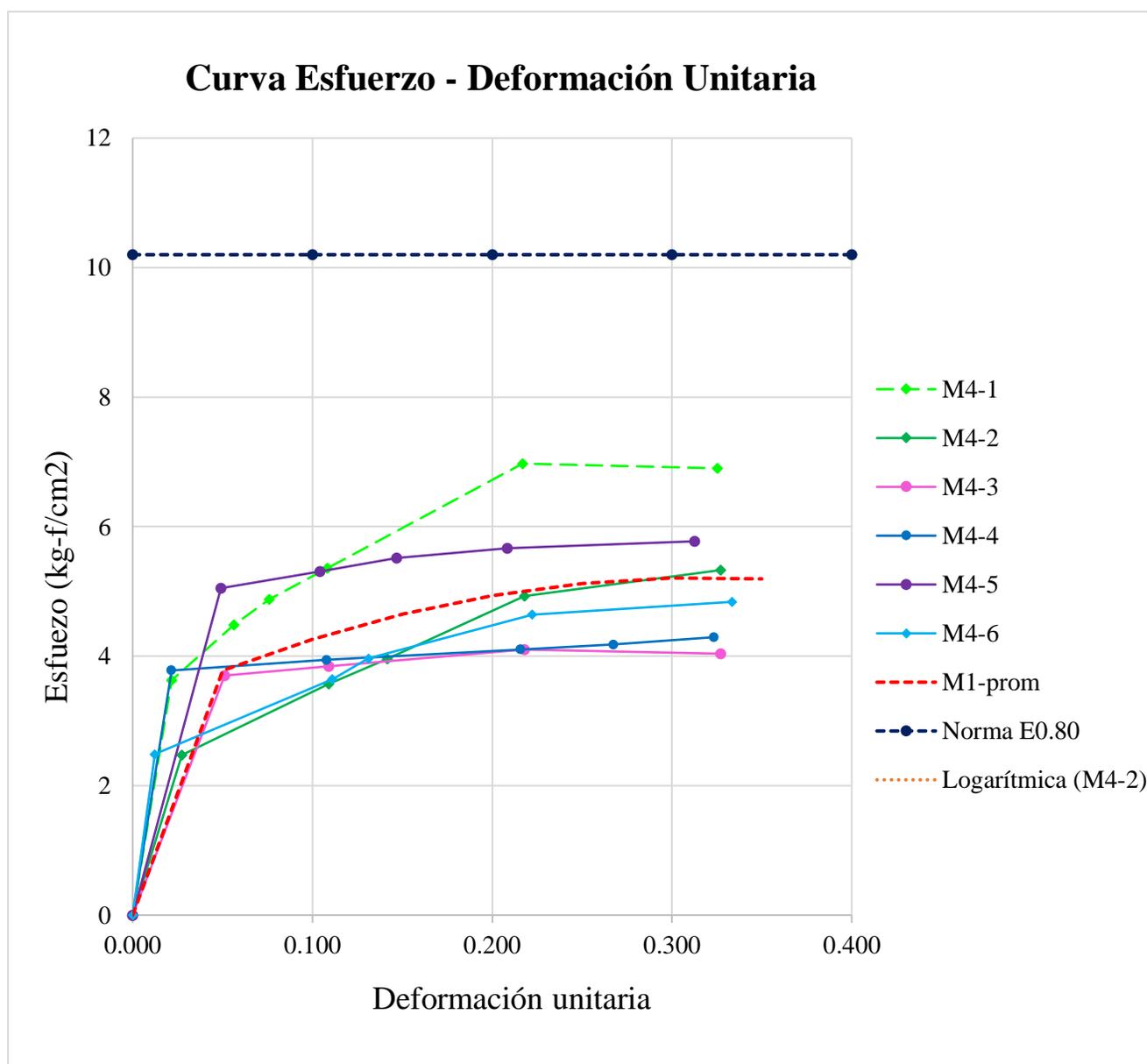


Tabla 34

*Resultados de la resistencia a la compresión en las pilas - diseño de mezcla 1-
adición sin ceniza de cáscara de arroz y sin paja de arroz*

Pila	Carga (kg)	Deformación (mm)	Área (cm²)	h_{prom} (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg-f/cm²)
M1-1	0.00	0.00	257.64	34.10	0.00	0.00
	713.56	0.33	257.64	34.10	0.01	2.77
	764.53	0.74	257.64	34.10	0.02	2.97
	820.59	1.07	257.64	34.10	0.03	3.19
	918.45	1.94	257.64	34.10	0.06	3.56
	1021.41	3.01	257.64	34.10	0.09	3.96
	1124.36	4.49	257.64	34.10	0.13	4.36
	1176.35	6.05	257.64	34.10	0.18	4.57
	1175.33	7.00	257.64	34.10	0.21	4.56
	1032.62	8.02	257.64	34.10	0.24	4.01
M1-2	0.00	0.00	259.35	33.00	0.00	0.00
	783.89	0.35	259.35	33.00	0.01	3.02
	840.98	0.83	259.35	33.00	0.03	3.24
	932.72	1.97	259.35	33.00	0.06	3.60
	998.98	3.00	259.35	33.00	0.09	3.85
	1048.93	4.00	259.35	33.00	0.12	4.04
	1068.30	4.18	259.35	33.00	0.13	4.12
	1109.07	5.33	259.35	33.00	0.16	4.28
	1096.84	6.25	259.35	33.00	0.19	4.23
	1083.59	6.83	259.35	33.00	0.21	4.18
	1069.32	7.09	259.35	33.00	0.21	4.12
	1047.91	7.45	259.35	33.00	0.23	4.04
	975.54	8.00	259.35	33.00	0.24	3.76
M1-3	0.00	0.00	253.11	35.25	0.00	0.00
	615.70	0.40	253.11	35.25	0.01	2.43
	720.69	1.57	253.11	35.25	0.04	2.85

Pila	Carga (kg)	Deformación (mm)	Área (cm²)	h_{prom} (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg-f/cm²)
	804.28	2.38	253.11	35.25	0.07	3.18
	870.54	3.76	253.11	35.25	0.11	3.44
	917.43	4.97	253.11	35.25	0.14	3.62
	923.55	5.15	253.11	35.25	0.15	3.65
	912.33	5.65	253.11	35.25	0.16	3.60
	851.17	6.42	253.11	35.25	0.18	3.36
	771.66	6.95	253.11	35.25	0.20	3.05
	0.00	0.00	265.08	34.08	0.00	0.00
	873.60	0.42	265.08	34.08	0.01	3.30
	921.51	0.78	265.08	34.08	0.02	3.48
	962.28	1.03	265.08	34.08	0.03	3.63
	1011.21	1.40	265.08	34.08	0.04	3.81
	1029.56	1.52	265.08	34.08	0.04	3.88
	1086.65	2.03	265.08	34.08	0.06	4.10
M1-4	1123.34	2.38	265.08	34.08	0.07	4.24
	1172.27	3.04	265.08	34.08	0.09	4.42
	1192.66	3.50	265.08	34.08	0.10	4.50
	1226.30	4.04	265.08	34.08	0.12	4.63
	1225.28	5.01	265.08	34.08	0.15	4.62
	1216.11	5.30	265.08	34.08	0.16	4.59
	1117.23	7.10	265.08	34.08	0.21	4.21
	0.00	0.00	265.65	34.48	0.00	0.00
	713.56	0.20	265.65	34.48	0.01	2.69
	820.59	0.64	265.65	34.48	0.02	3.09
	881.75	1.00	265.65	34.48	0.03	3.32
	918.45	1.17	265.65	34.48	0.03	3.46
M1-5	968.40	1.49	265.65	34.48	0.04	3.65
	1025.48	1.80	265.65	34.48	0.05	3.86
	1051.99	2.00	265.65	34.48	0.06	3.96
	1127.42	2.73	265.65	34.48	0.08	4.24
	1152.91	3.00	265.65	34.48	0.09	4.34

Pila	Carga (kg)	Deformación (mm)	Área (cm²)	h_{prom} (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg-f/cm²)
	1176.35	3.50	265.65	34.48	0.10	4.43
	1205.91	4.03	265.65	34.48	0.12	4.54
	1212.03	4.62	265.65	34.48	0.13	4.56
	1194.70	4.99	265.65	34.48	0.14	4.50
	1160.04	5.34	265.65	34.48	0.15	4.37
	1107.03	6.25	265.65	34.48	0.18	4.17
	1018.35	7.03	265.65	34.48	0.20	3.83
	0.00	0.00	267.38	33.95	0.00	0.00
	849.13	0.33	267.38	33.95	0.01	3.18
	932.72	0.80	267.38	33.95	0.02	3.49
	984.71	1.00	267.38	33.95	0.03	3.68
	1121.30	1.54	267.38	33.95	0.05	4.19
	1238.53	2.00	267.38	33.95	0.06	4.63
	1309.89	2.53	267.38	33.95	0.07	4.90
	1408.77	3.00	267.38	33.95	0.09	5.27
M1-6	1468.91	3.27	267.38	33.95	0.10	5.49
	1547.40	3.61	267.38	33.95	0.11	5.79
	1564.73	4.00	267.38	33.95	0.12	5.85
	1625.89	4.56	267.38	33.95	0.13	6.08
	1493.37	6.71	267.38	33.95	0.20	5.59
	1325.18	7.35	267.38	33.95	0.22	4.96
	1228.34	7.40	267.38	33.95	0.22	4.59
	1021.41	7.46	267.38	33.95	0.22	3.82

Figura 39

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M1-1

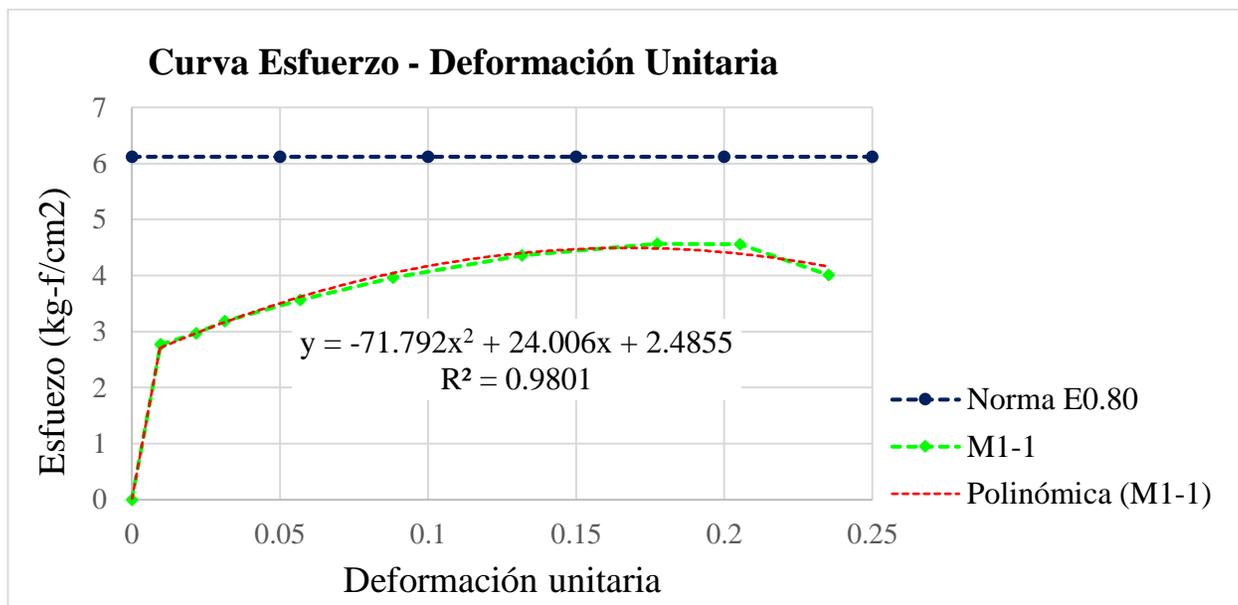
**Figura 40**

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M1-2.

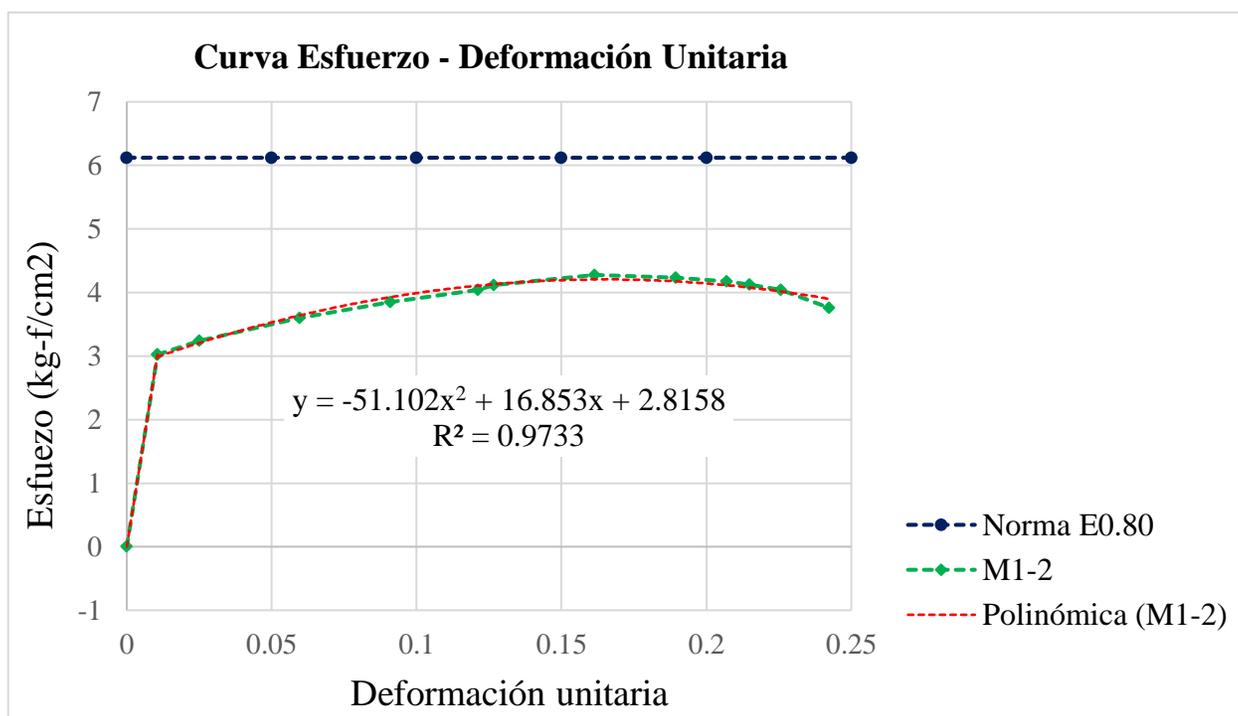


Figura 41

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M1-3

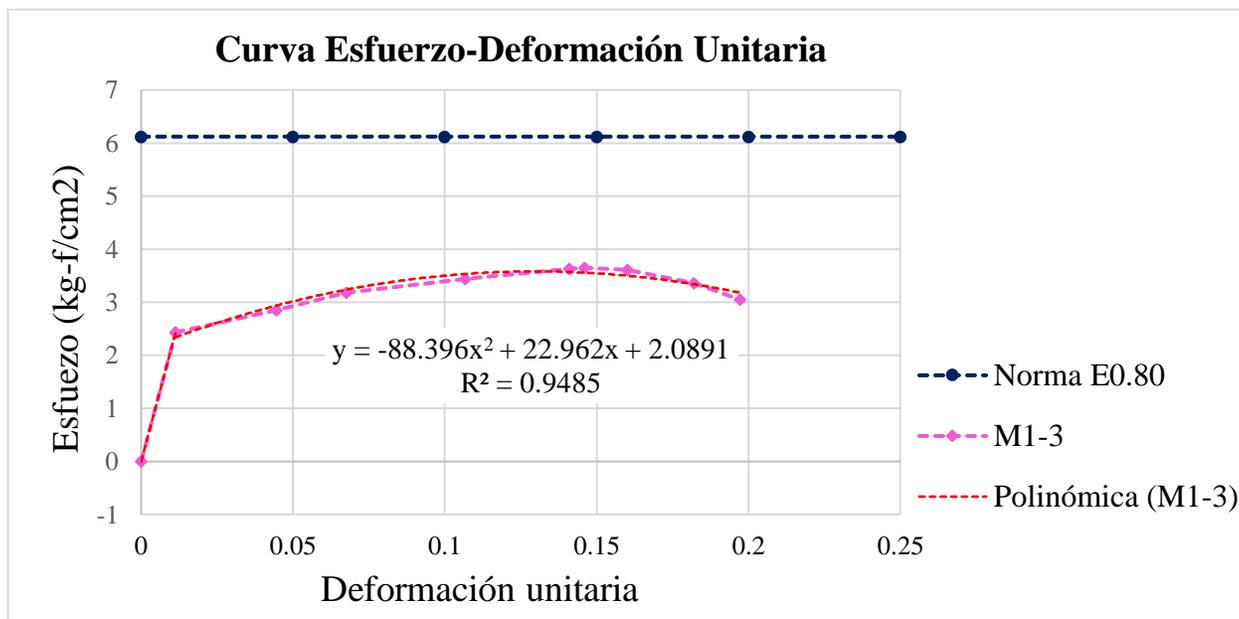
**Figura 42**

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M1-4

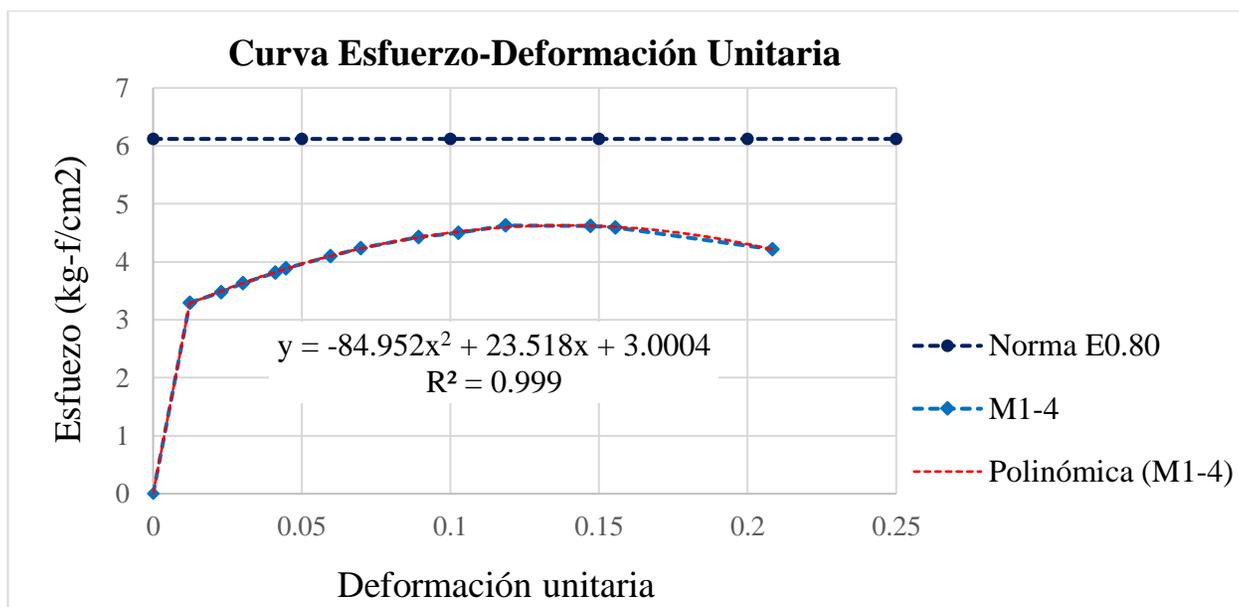


Figura 43

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M1-5

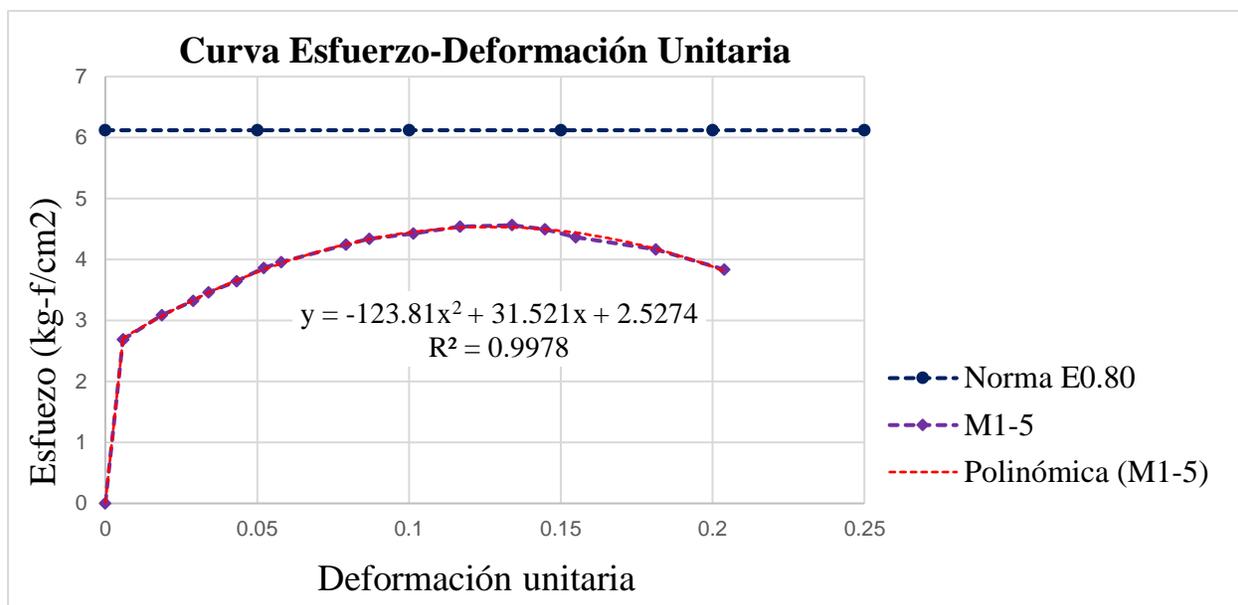
**Figura 44**

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M1-6

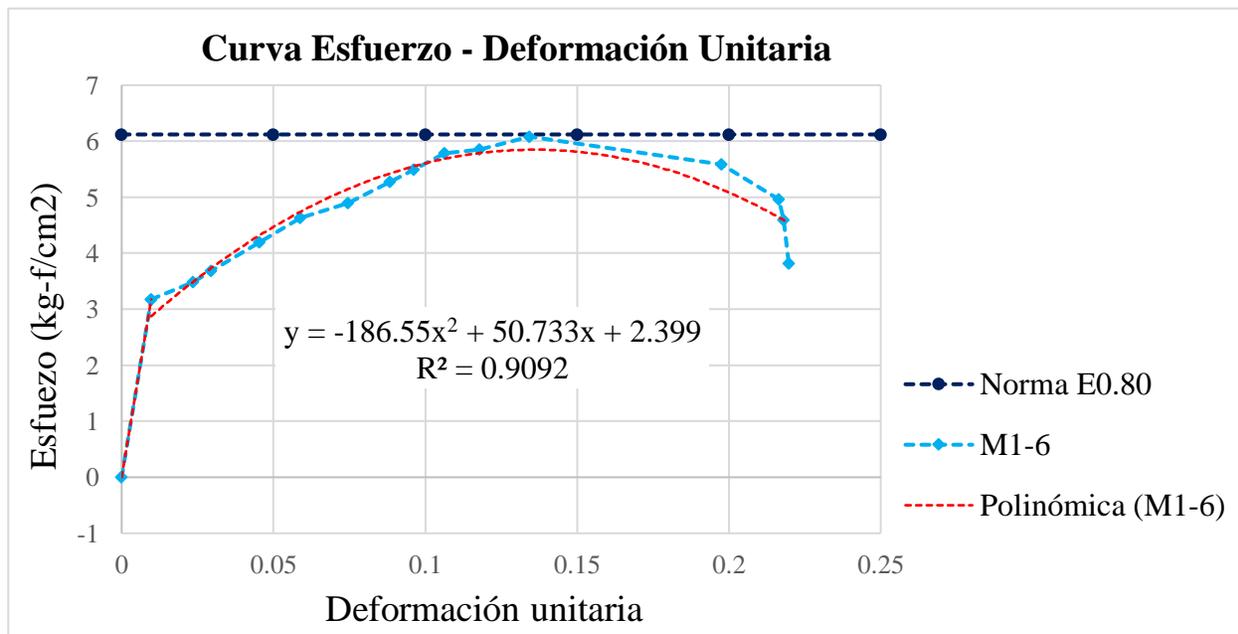
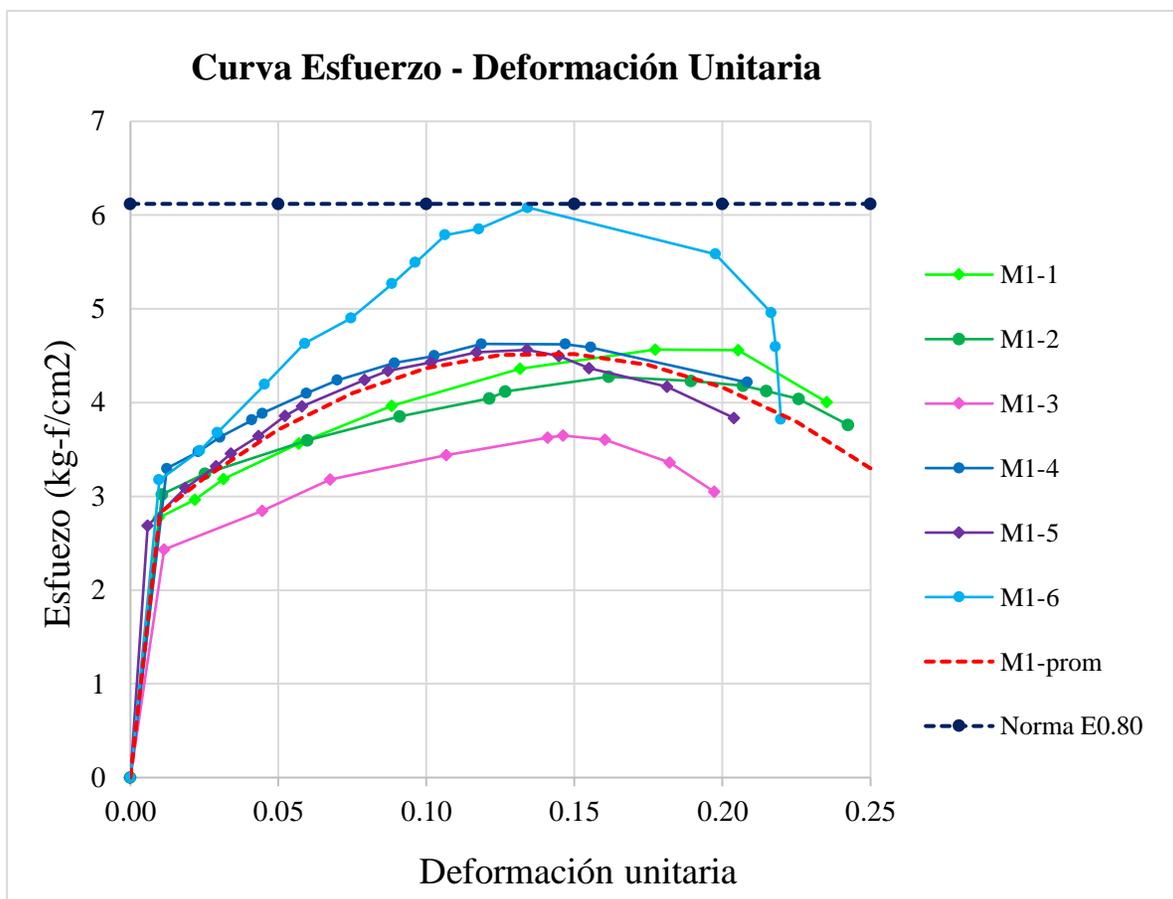


Figura 45

Promedio de todas las curvas Esfuerzo-Deformación Unitaria en las muestras 1 con adición de 0 % de paja de arroz

Deformación unitaria	Esfuerzo (kg-f/cm²)
0	6.12
0.05	6.12
0.1	6.12
0.15	6.12
0.2	6.12
0.25	6.12
0.3	6.12
0.35	6.12
0.4	6.12
0.45	6.12
0.5	6.12
0.55	6.12
0.6	6.12
0.65	6.12
0.7	6.12

**Tabla 35**

Resultados de la resistencia a compresión de las pilas - mezcla 2 -30% cenizas de cáscara de arroz y 0.12% de paja de arroz

Pila	Carga (kg)	Deformación (mm)	Área (cm ²)	h _{prom} (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg-f/cm ²)
M2-1	0.00	0.00	255.94	32.85	0.000	0.00
	718.65	0.17	255.94	32.85	0.005	2.81
	818.55	0.79	255.94	32.85	0.024	3.20
	848.11	1.00	255.94	32.85	0.030	3.31
	924.57	1.60	255.94	32.85	0.049	3.61
	1023.45	2.70	255.94	32.85	0.082	4.00

Pila	Carga (kg)	Deformación (mm)	Área (cm²)	h_{prom} (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg-f/cm²)
	1103.98	4.00	255.94	32.85	0.122	4.31
	1121.30	4.76	255.94	32.85	0.145	4.38
	1125.38	5.67	255.94	32.85	0.173	4.40
	1117.23	6.10	255.94	32.85	0.186	4.37
	1059.12	7.41	255.94	32.85	0.226	4.14
	741.08	7.52	255.94	32.85	0.229	2.90
	0.00	0.00	267.38	33.60	0.000	0.00
	804.28	0.34	267.38	33.60	0.010	3.01
	820.59	0.45	267.38	33.60	0.013	3.07
	868.50	1.00	267.38	33.60	0.030	3.25
	921.51	1.54	267.38	33.60	0.046	3.45
	951.07	2.00	267.38	33.60	0.060	3.56
	1004.08	3.00	267.38	33.60	0.089	3.76
M2-2	1023.45	3.31	267.38	33.60	0.099	3.83
	1038.74	4.00	267.38	33.60	0.119	3.88
	1047.91	5.00	267.38	33.60	0.149	3.92
	1049.95	5.40	267.38	33.60	0.161	3.93
	1043.83	6.00	267.38	33.60	0.179	3.90
	1035.68	6.22	267.38	33.60	0.185	3.87
	1020.39	6.74	267.38	33.60	0.201	3.82
	1016.31	7.00	267.38	33.60	0.208	3.80
	857.29	7.45	267.38	33.60	0.222	3.21
	0.00	0.00	255.94	34.05	0.000	0.00
	662.59	0.15	255.94	34.05	0.004	2.59
	716.62	0.41	255.94	34.05	0.012	2.80
	773.70	1.00	255.94	34.05	0.029	3.02
M2-3	815.49	1.30	255.94	34.05	0.038	3.19
	861.37	2.00	255.94	34.05	0.059	3.37
	901.12	3.00	255.94	34.05	0.088	3.52
	925.59	3.77	255.94	34.05	0.111	3.62
	920.49	4.00	255.94	34.05	0.117	3.60
	876.66	5.00	255.94	34.05	0.147	3.43

Pila	Carga (kg)	Deformación (mm)	Área (cm²)	h_{prom} (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg-f/cm²)
	795.11	6.00	255.94	34.05	0.176	3.11
	698.27	6.20	255.94	34.05	0.182	2.73
	0.00	0.00	251.97	32.95	0.000	0.00
	606.52	0.04	251.97	32.95	0.001	2.41
	720.69	0.18	251.97	32.95	0.005	2.86
	817.53	0.62	251.97	32.95	0.019	3.24
	870.54	1.00	251.97	32.95	0.030	3.45
	924.57	1.36	251.97	32.95	0.041	3.67
	993.88	2.00	251.97	32.95	0.061	3.94
M2-4	1023.45	2.31	251.97	32.95	0.070	4.06
	1060.14	3.00	251.97	32.95	0.091	4.21
	1125.38	3.81	251.97	32.95	0.116	4.47
	1127.42	4.00	251.97	32.95	0.121	4.47
	1138.63	4.59	251.97	32.95	0.139	4.52
	1135.58	5.00	251.97	32.95	0.152	4.51
	1116.21	6.00	251.97	32.95	0.182	4.43
	1046.89	7.00	251.97	32.95	0.212	4.15
	0.00	0.00	249.75	33.50	0.000	0.00
	820.59	0.37	249.75	33.50	0.011	3.29
	929.66	1.10	249.75	33.50	0.033	3.72
	1035.68	2.00	249.75	33.50	0.060	4.15
	1107.03	3.00	249.75	33.50	0.090	4.43
	1166.16	4.00	249.75	33.50	0.119	4.67
M2-5	1304.79	5.00	249.75	33.50	0.149	5.22
	1166.16	6.00	249.75	33.50	0.179	4.67
	1199.80	6.46	249.75	33.50	0.193	4.80
	1194.70	7.00	249.75	33.50	0.209	4.78
	1117.23	7.50	249.75	33.50	0.224	4.47
	1070.34	7.66	249.75	33.50	0.229	4.29
	0.00	0.00	259.90	32.73	0.000	0.00
M2-6	727.83	0.80	259.90	32.73	0.024	2.80
	742.10	1.00	259.90	32.73	0.031	2.86

Pila	Carga (kg)	Deformación (mm)	Área (cm ²)	h _{prom} (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg-f/cm ²)
	815.49	1.74	259.90	32.73	0.053	3.14
	839.96	2.00	259.90	32.73	0.061	3.23
	922.53	2.92	259.90	32.73	0.089	3.55
	924.57	3.00	259.90	32.73	0.092	3.56
	988.79	4.00	259.90	32.73	0.122	3.80
	1020.39	5.00	259.90	32.73	0.153	3.93
	1034.66	5.85	259.90	32.73	0.179	3.98
	1033.64	6.00	259.90	32.73	0.183	3.98
	1050.97	7.00	259.90	32.73	0.214	4.04
	900.10	7.60	259.90	32.73	0.232	3.46

Figura 46

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M2-1

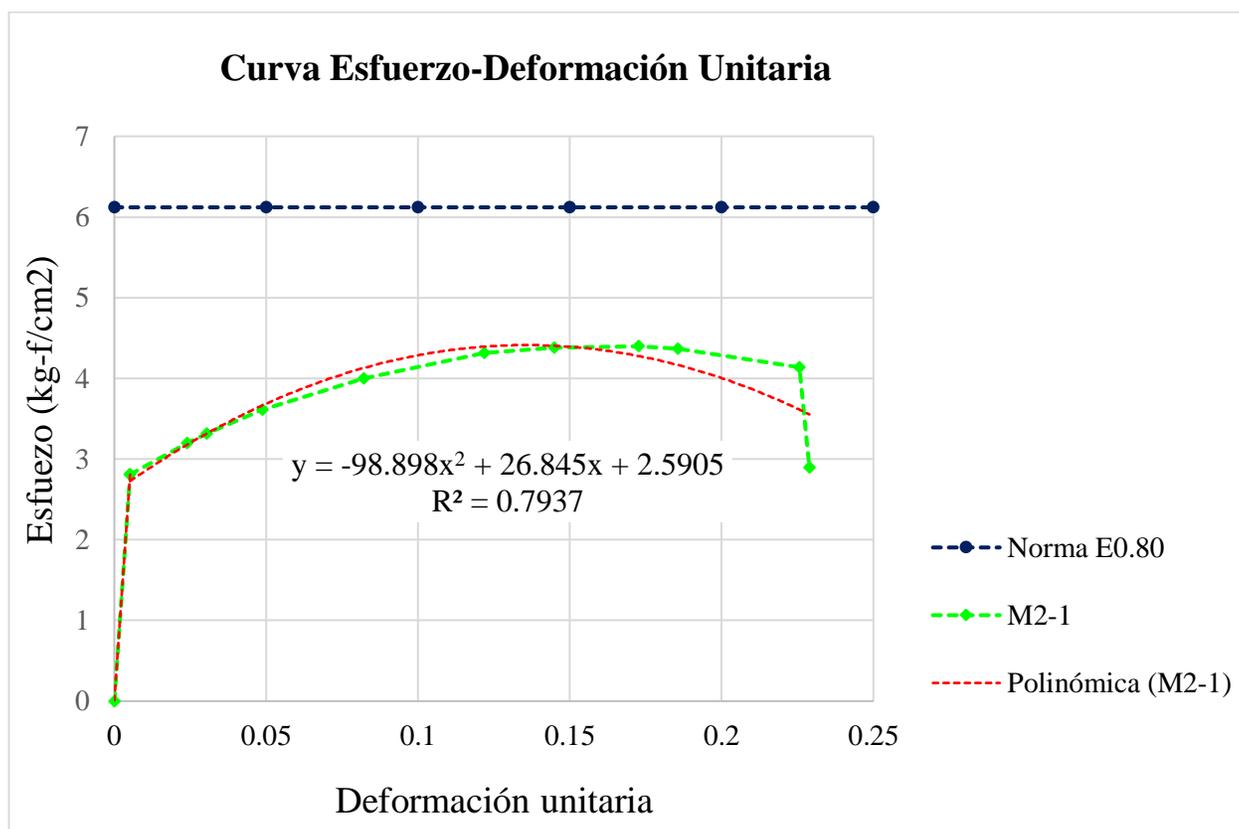


Figura 47

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M2-2

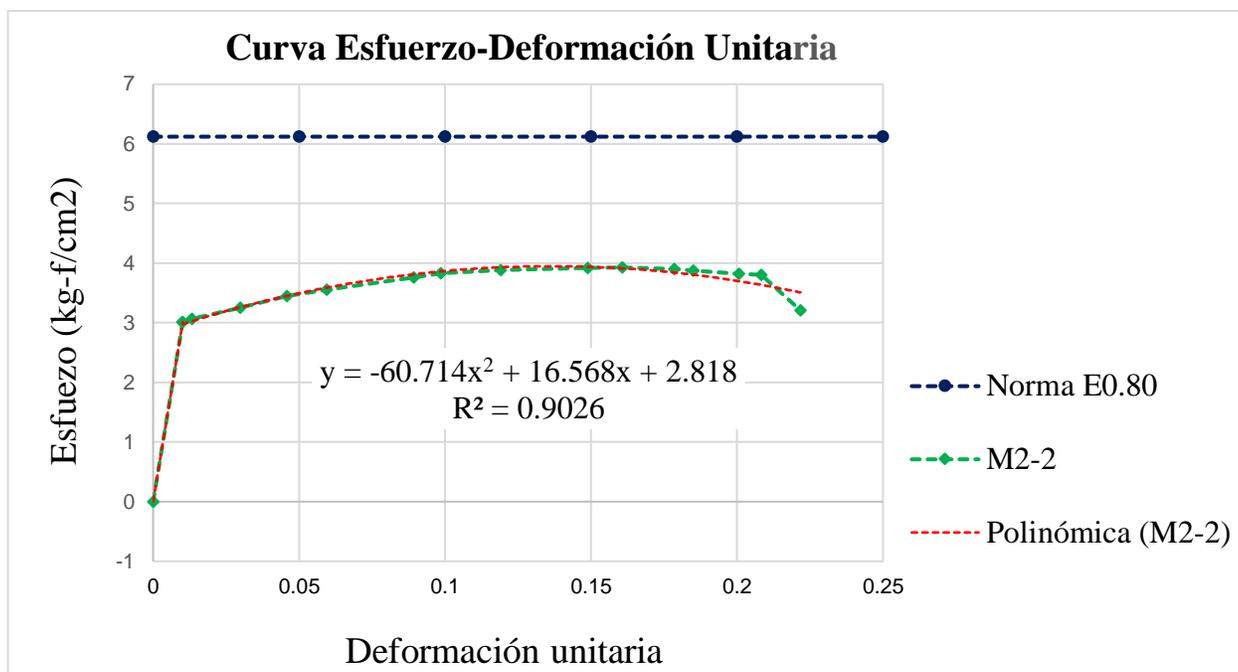


Figura 48

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M2-3

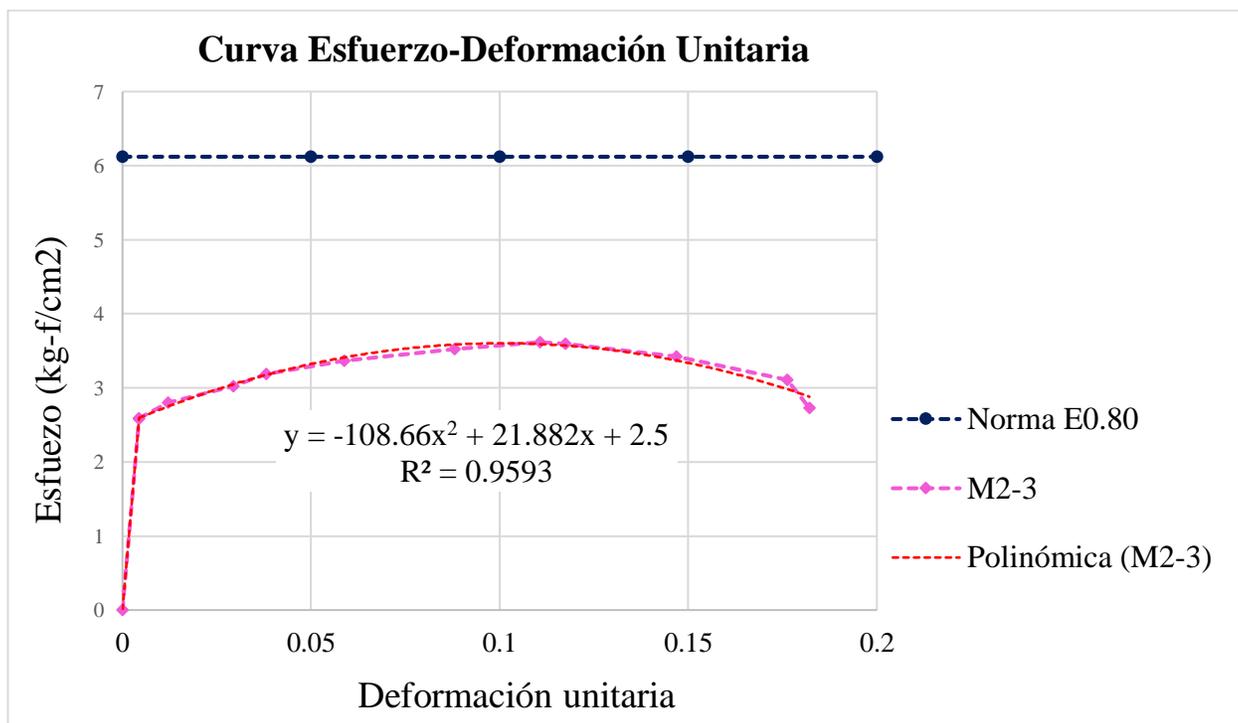


Figura 49

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M2-4

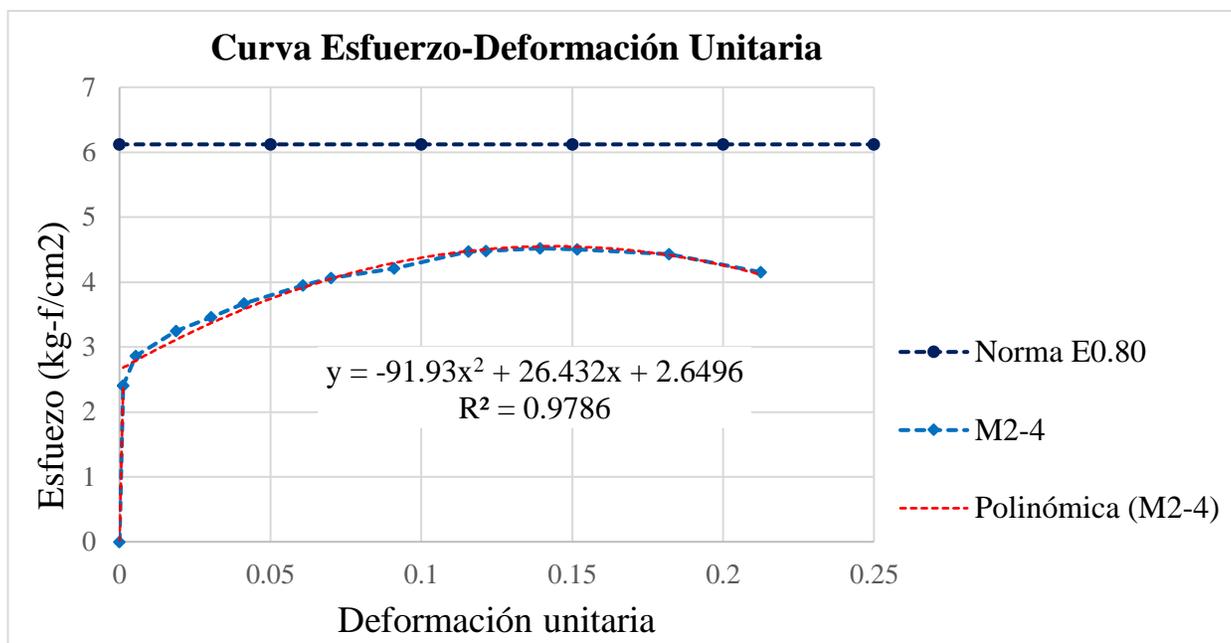
**Figura 50**

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M2-5

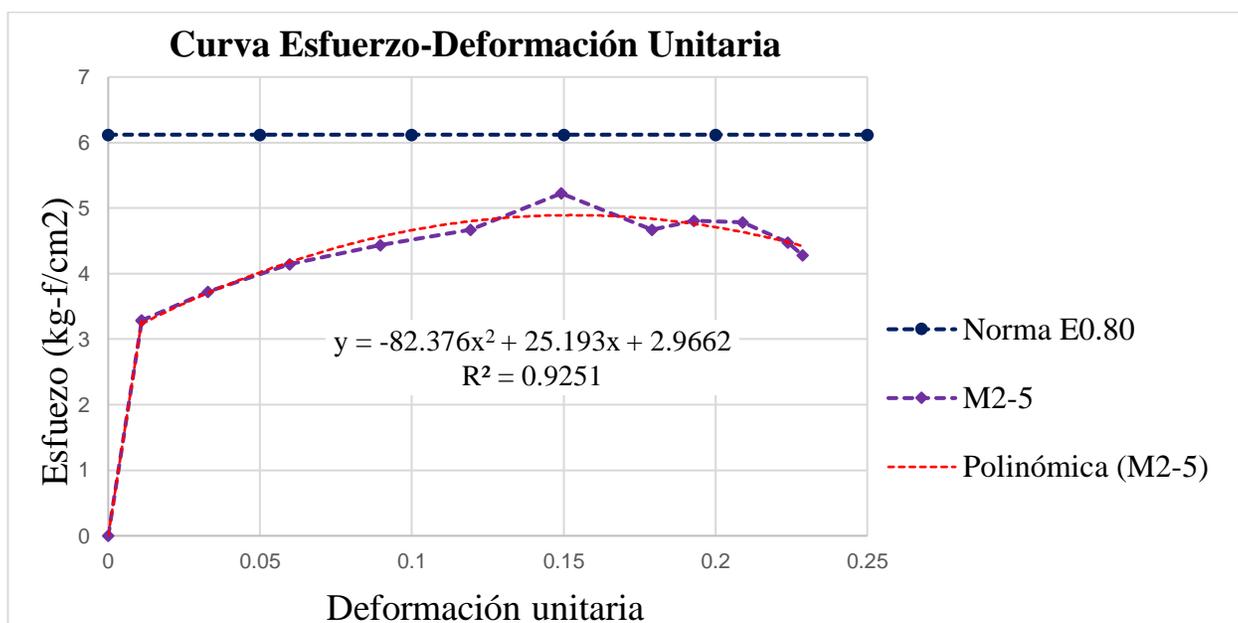
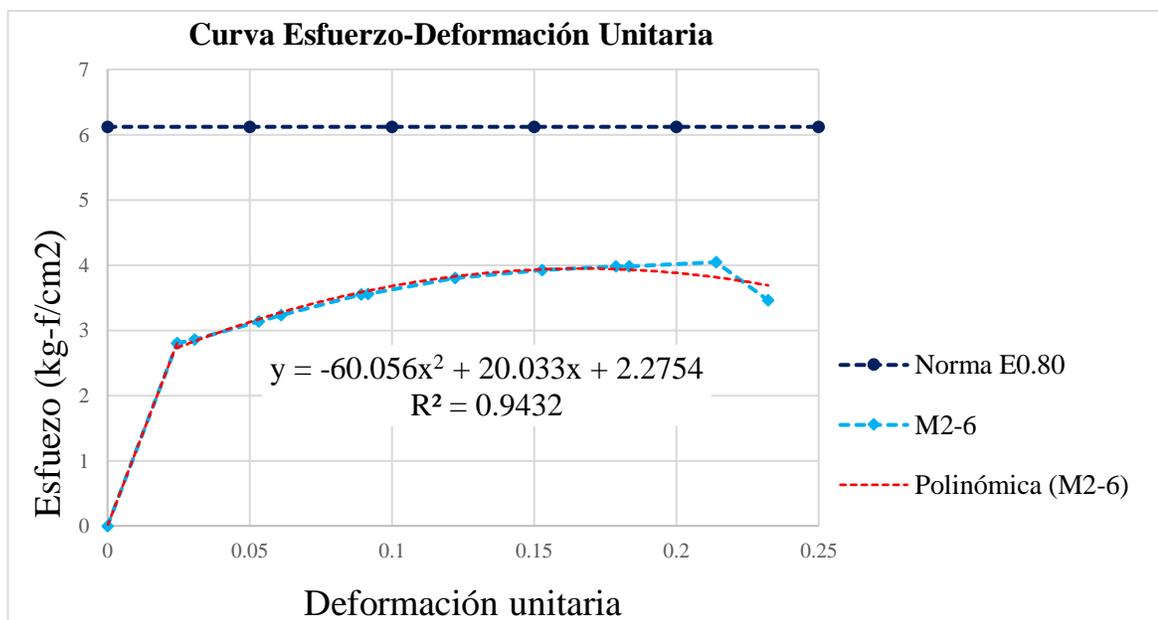


Figura 51

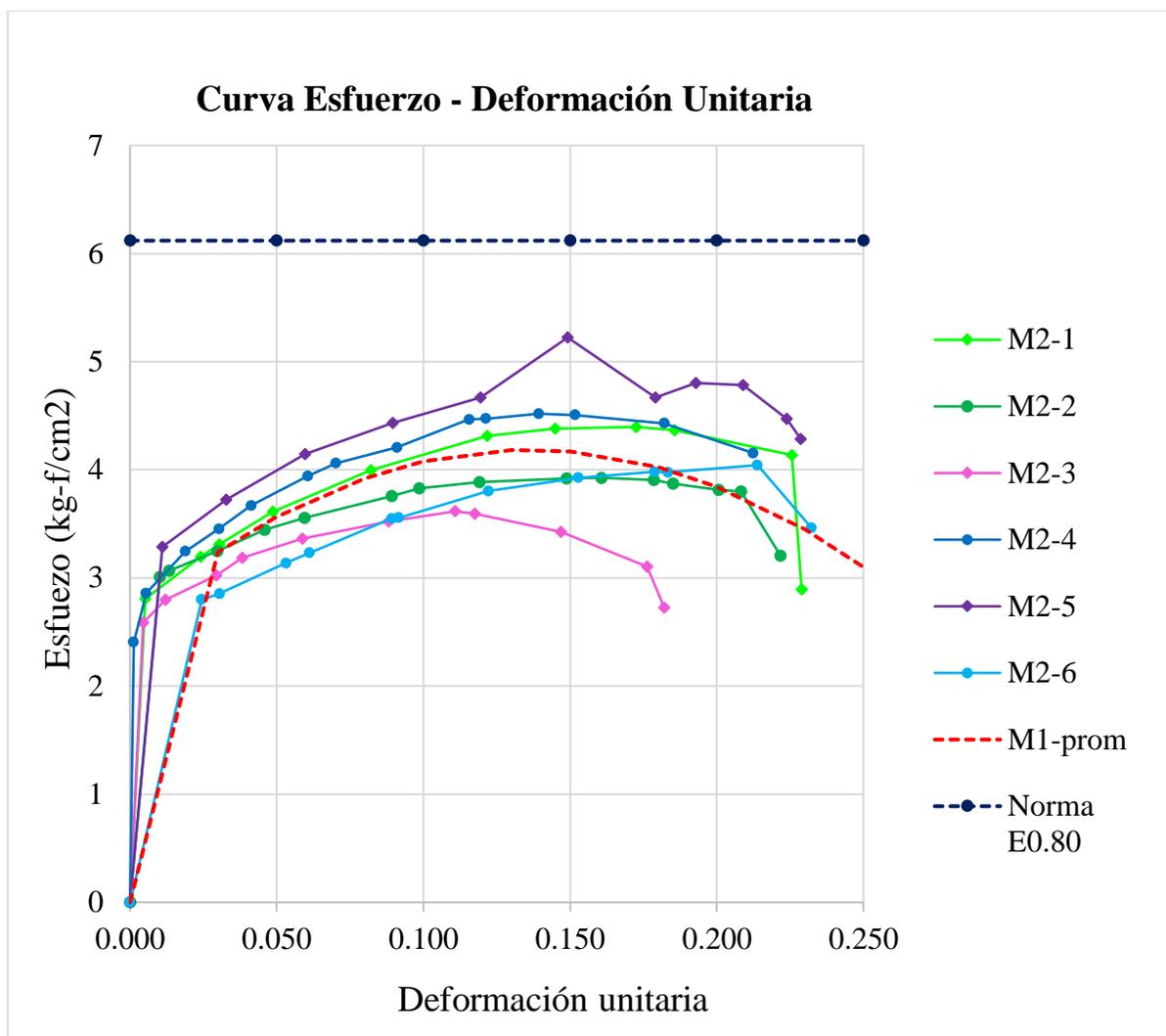
Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M2-6

**Figura 52**

Promedio de todas las curvas Esfuerzo-Deformación Unitaria en las muestras 2 con adición de 0.12% de paja de arroz

Norma
E0.80

Deformación unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)
0	6.12
0.3	6.12

**Tabla 36**

Resultados de la resistencia a compresión de las pilas - mezcla 3 -30% cenizas de cáscara de arroz y 0.16% de paja de arroz

Pila	Carga (kg)	Deformación (mm)	Área (cm ²)	h_{prom} (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg-f/cm ²)
	0.00	0.00	259.80	33.35	0.000	0.00
M3-1	715.60	0.34	259.80	33.35	0.010	2.75
	815.49	0.90	259.80	33.35	0.027	3.14
	922.53	1.45	259.80	33.35	0.043	3.55

Pila	Carga (kg)	Deformación (mm)	Área (cm²)	h_{prom} (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg-f/cm²)
	1004.08	2.00	259.80	33.35	0.060	3.86
	1019.37	2.14	259.80	33.35	0.064	3.92
	1074.41	3.00	259.80	33.35	0.090	4.14
	1100.92	4.00	259.80	33.35	0.120	4.24
	1070.34	4.57	259.80	33.35	0.137	4.12
	1019.37	5.00	259.80	33.35	0.150	3.92
	906.22	5.77	259.80	33.35	0.173	3.49
	820.59	6.00	259.80	33.35	0.180	3.16
	0.00	0.00	263.91	33.58	0.000	0.00
	917.43	0.48	263.91	33.58	0.014	3.48
	1019.37	1.00	263.91	33.58	0.030	3.86
	1135.58	1.70	263.91	33.58	0.051	4.30
	1182.47	2.00	263.91	33.58	0.060	4.48
M3-2	1237.51	2.70	263.91	33.58	0.080	4.69
	1241.59	3.00	263.91	33.58	0.089	4.70
	1250.76	3.52	263.91	33.58	0.105	4.74
	1230.38	4.00	263.91	33.58	0.119	4.66
	1114.17	5.00	263.91	33.58	0.149	4.22
	885.83	5.73	263.91	33.58	0.171	3.36
	0.00	0.00	263.35	32.83	0.000	0.00
	820.59	0.33	263.35	32.83	0.010	3.12
	928.64	0.78	263.35	32.83	0.024	3.53
	993.88	1.00	263.35	32.83	0.030	3.77
	1030.58	1.16	263.35	32.83	0.035	3.91
	1124.36	1.55	263.35	32.83	0.047	4.27
M3-3	1281.35	2.00	263.35	32.83	0.061	4.87
	1357.80	2.30	263.35	32.83	0.070	5.16
	1449.54	2.70	263.35	32.83	0.082	5.50
	1505.61	3.00	263.35	32.83	0.091	5.72
	1635.07	3.72	263.35	32.83	0.113	6.21
	1656.47	4.00	263.35	32.83	0.122	6.29

Pila	Carga (kg)	Deformación (mm)	Área (cm²)	h_{prom} (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg-f/cm²)
	1645.26	5.00	263.35	32.83	0.152	6.25
	1537.21	6.00	263.35	32.83	0.183	5.84
	1397.55	7.00	263.35	32.83	0.213	5.31
	0.00	0.00	260.49	32.73	0.000	0.00
	713.56	0.37	260.49	32.73	0.011	2.74
	803.26	1.00	260.49	32.73	0.031	3.08
	858.31	2.00	260.49	32.73	0.061	3.30
M3-4	872.58	3.00	260.49	32.73	0.092	3.35
	879.71	3.22	260.49	32.73	0.098	3.38
	857.29	4.00	260.49	32.73	0.122	3.29
	763.51	5.00	260.49	32.73	0.153	2.93
	672.78	5.72	260.49	32.73	0.175	2.58
	0.00	0.00	263.34	34.58	0.000	0.00
	621.81	0.11	263.34	34.58	0.003	2.36
	713.56	0.87	263.34	34.58	0.025	2.71
	728.85	1.00	263.34	34.58	0.029	2.77
	815.49	2.00	263.34	34.58	0.058	3.10
	892.97	3.00	263.34	34.58	0.087	3.39
M3-5	912.33	3.51	263.34	34.58	0.102	3.46
	904.18	4.00	263.34	34.58	0.116	3.43
	879.71	5.00	263.34	34.58	0.145	3.34
	843.02	6.00	263.34	34.58	0.174	3.20
	814.48	7.00	263.34	34.58	0.202	3.09
	612.64	8.00	263.34	34.58	0.231	2.33
	558.61	8.11	263.34	34.58	0.235	2.12
	0.00	0.00	264.48	34.20	0.000	0.00
	716.62	0.38	264.48	34.20	0.011	2.71
	862.39	1.00	264.48	34.20	0.029	3.26
M3-6	926.61	1.28	264.48	34.20	0.037	3.50
	1068.30	1.80	264.48	34.20	0.053	4.04
	1223.24	2.00	264.48	34.20	0.058	4.63

Pila	Carga (kg)	Deformación (mm)	Área (cm ²)	h _{prom} (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg-f/cm ²)
	1331.29	2.46	264.48	34.20	0.072	5.03
	1432.21	3.00	264.48	34.20	0.088	5.42
	1513.76	3.30	264.48	34.20	0.096	5.72
	1721.71	4.00	264.48	34.20	0.117	6.51
	1681.96	5.00	264.48	34.20	0.146	6.36
	1615.70	6.00	264.48	34.20	0.175	6.11
	1327.22	7.00	264.48	34.20	0.205	5.02

Figura 53

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M3-1

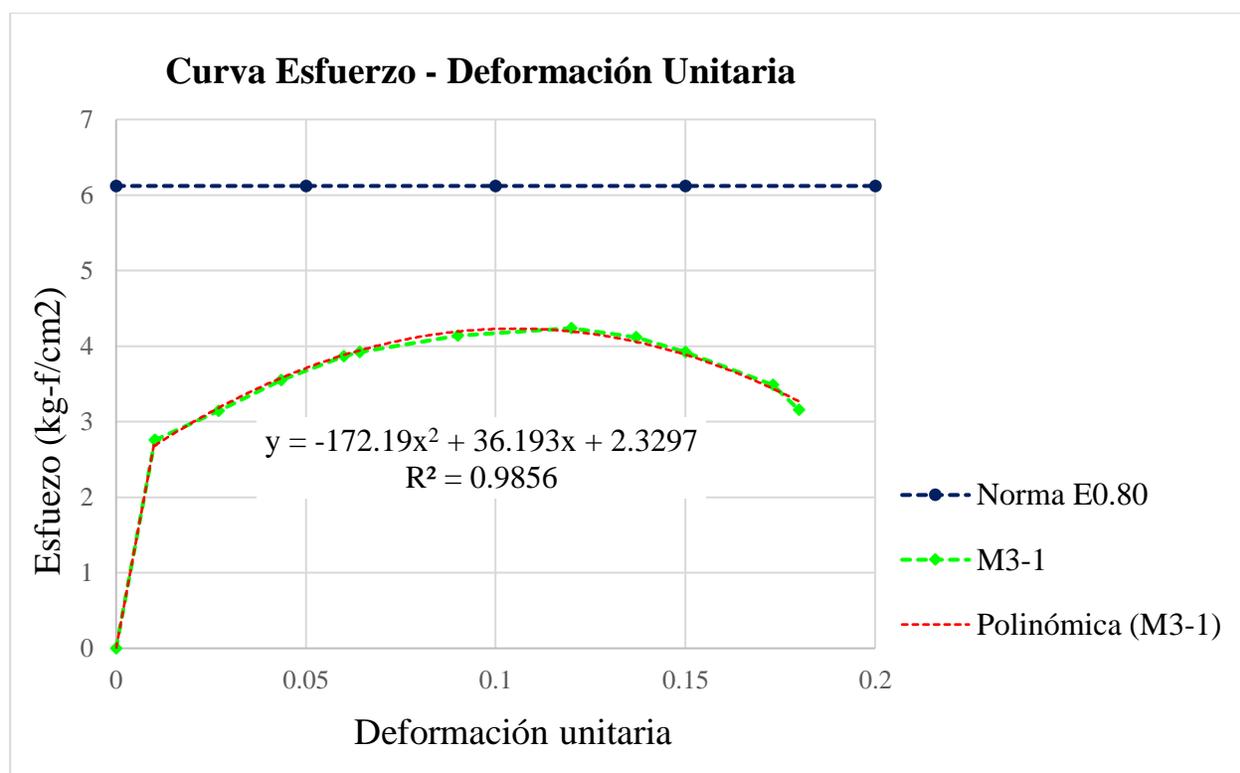


Figura 54

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M3-2

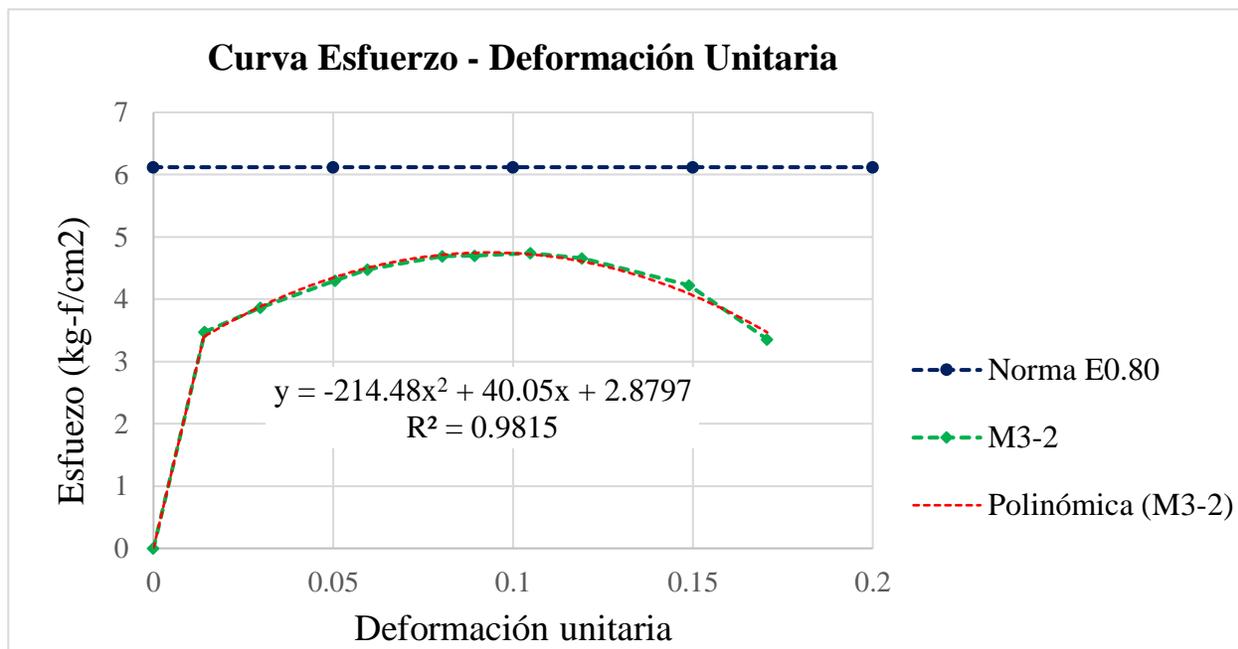
**Figura 55**

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M3-3

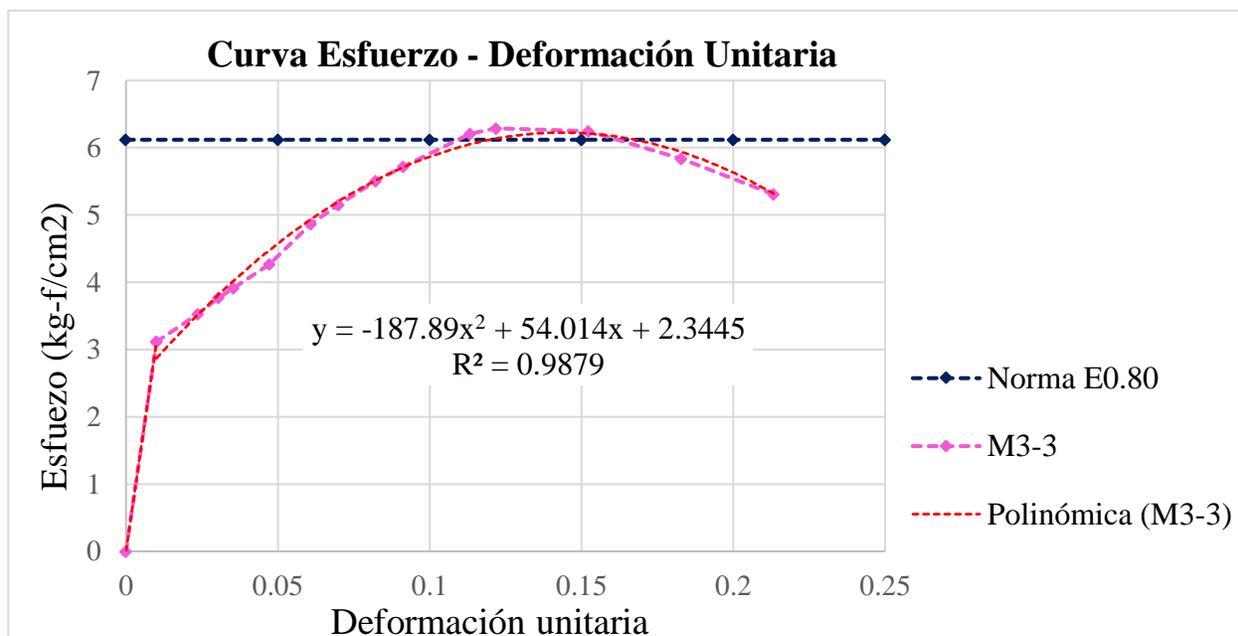


Figura 56

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M3-4

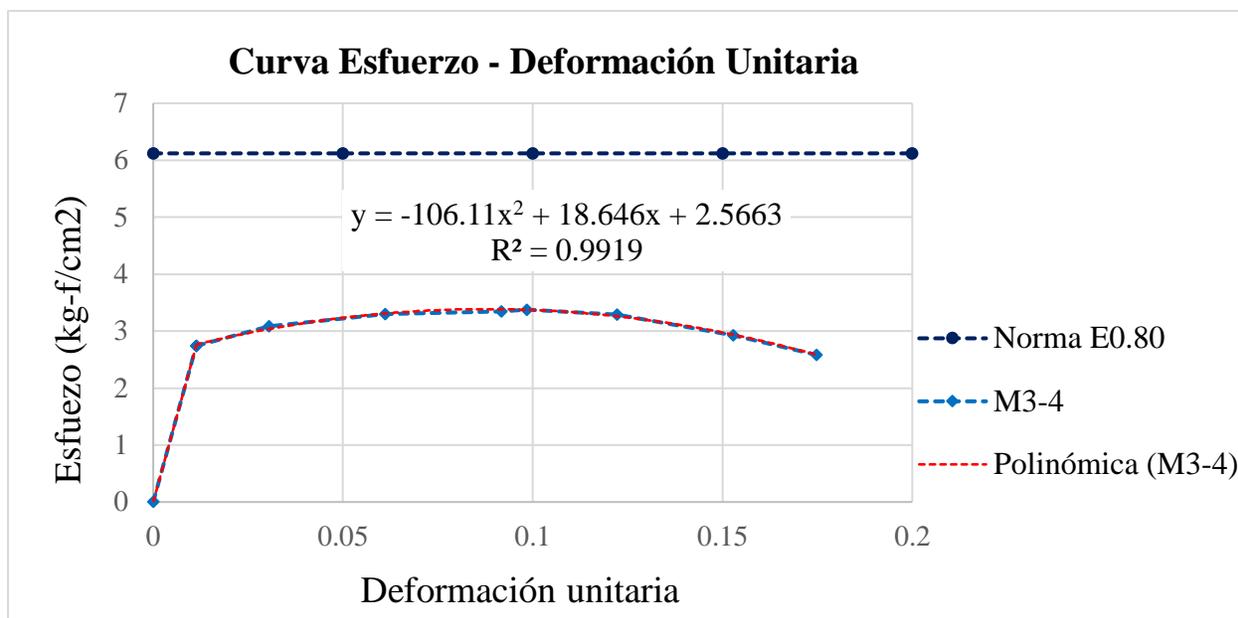
**Figura 57**

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M3-5

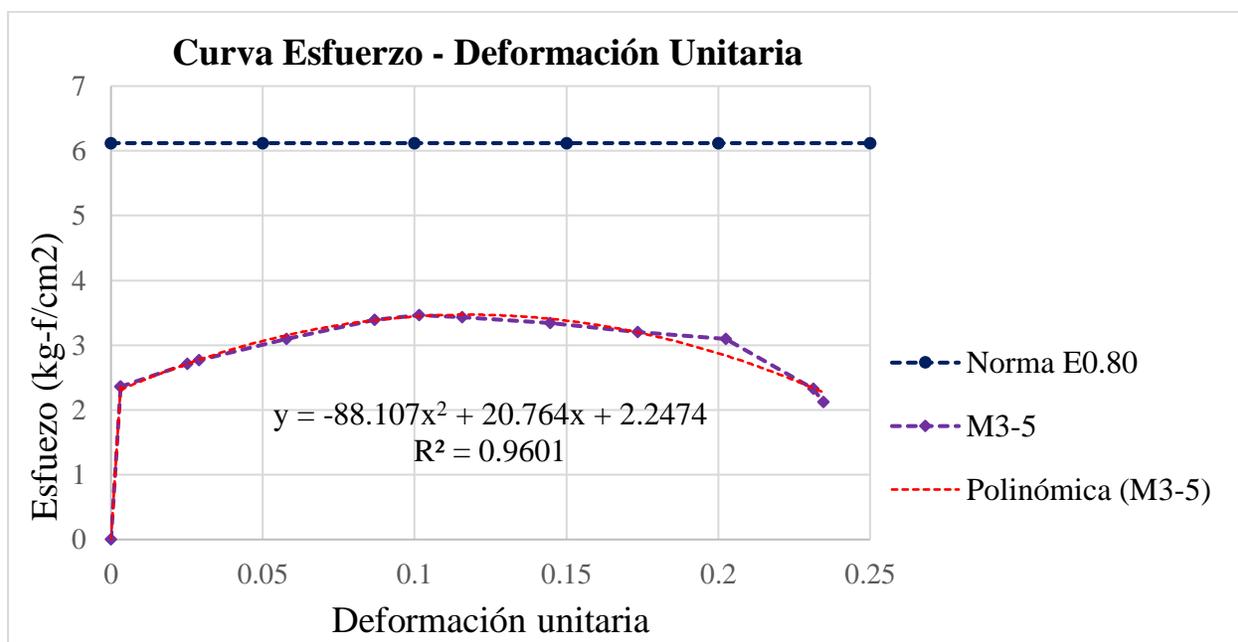
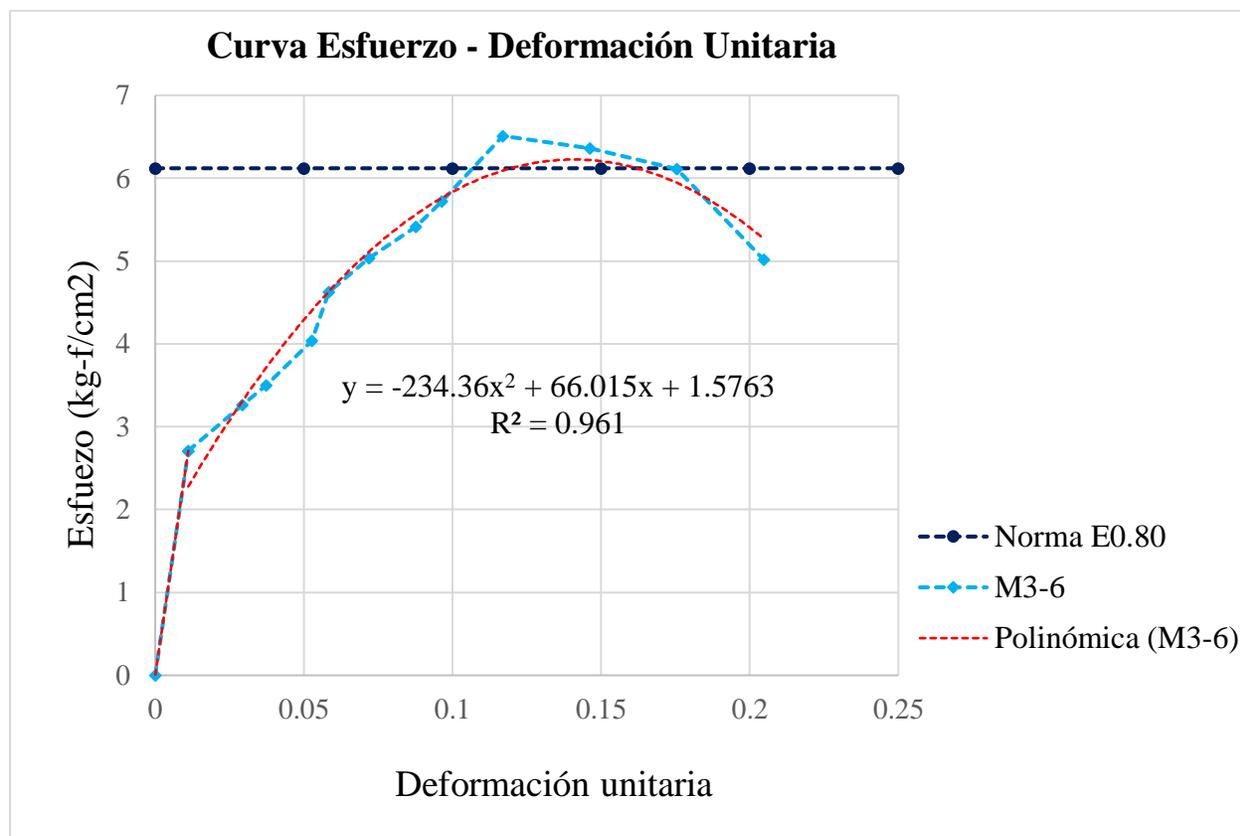


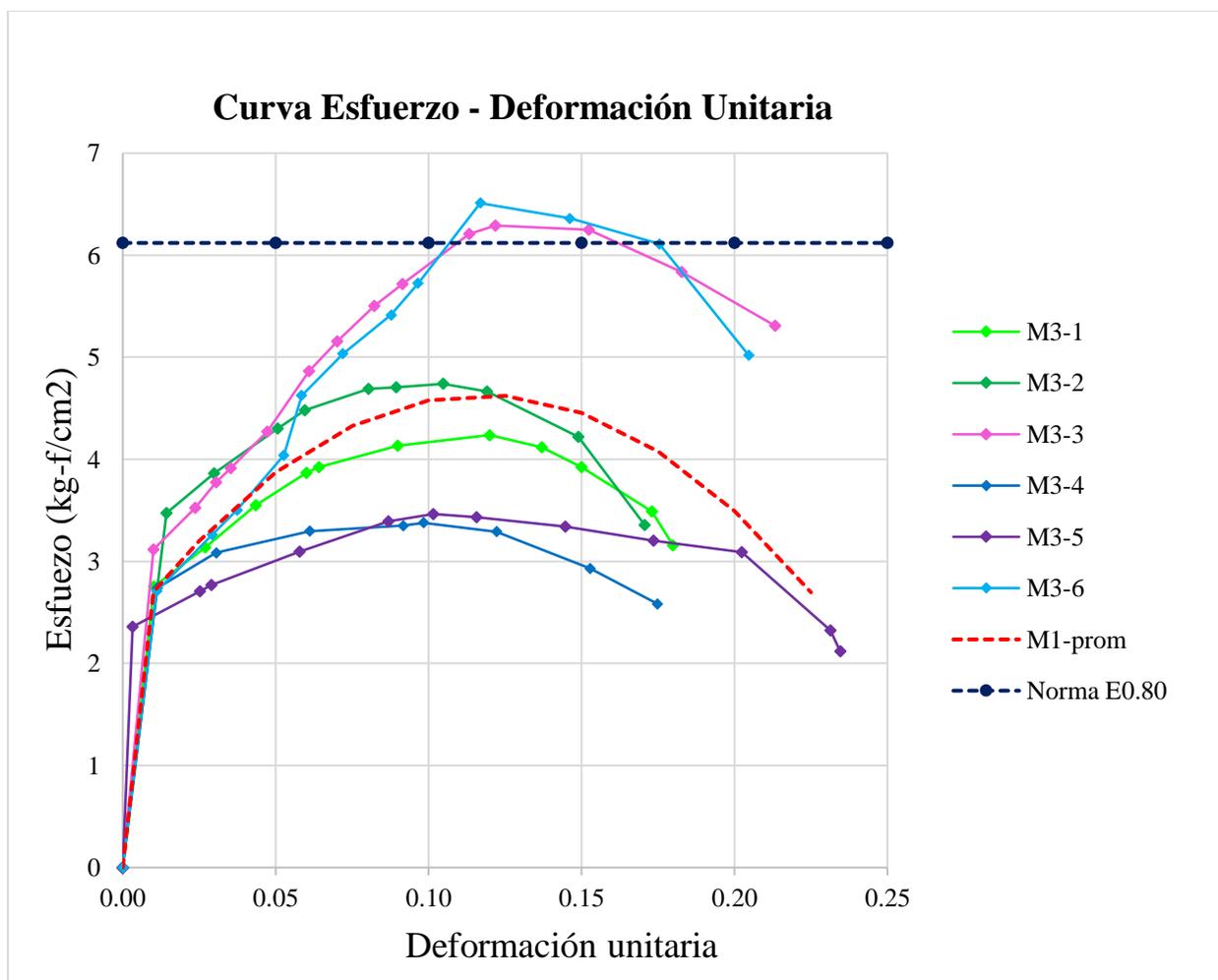
Figura 58

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M3-6

**Figura 59**

Promedio de todas las curvas Esfuerzo-Deformación Unitaria en las muestras 3 con adición de 0.16% de paja de arroz

Norma E0.80	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)
	0	6.12
	0.3	6.12

**Tabla 37**

Resultados de la resistencia a compresión de las pilas - mezcla 2 -30% cenizas de cáscara de arroz y 0.24% de paja de arroz

Pila	Carga (kg)	Deformación (mm)	Área (cm²)	h_{prom} (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg-f/cm²)
	0.00	0.00	265.65	33.40	0.000	0.00
	830.78	0.37	265.65	33.40	0.011	3.13
M4-1	932.72	0.80	265.65	33.40	0.024	3.51
	1043.83	1.25	265.65	33.40	0.037	3.93
	1230.38	1.95	265.65	33.40	0.058	4.63

Pila	Carga (kg)	Deformación (mm)	Área (cm²)	h_{prom} (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg-f/cm²)
	1461.77	2.95	265.65	33.40	0.088	5.50
	1633.03	3.65	265.65	33.40	0.109	6.15
	1745.16	4.13	265.65	33.40	0.124	6.57
	1871.56	4.82	265.65	33.40	0.144	7.05
	2050.97	5.95	265.65	33.40	0.178	7.72
	2147.81	6.75	265.65	33.40	0.202	8.09
	2198.78	7.95	265.65	33.40	0.238	8.28
	1955.15	8.55	265.65	33.40	0.256	7.36
	1778.80	8.59	265.65	33.40	0.257	6.70
	0.00	0.00	255.83	33.33	0.000	0.00
	819.57	0.50	255.83	33.33	0.015	3.20
	896.02	0.95	255.83	33.33	0.029	3.50
	928.64	1.17	255.83	33.33	0.035	3.63
	1023.45	1.95	255.83	33.33	0.059	4.00
M4-2	1135.58	2.82	255.83	33.33	0.085	4.44
	1225.28	4.13	255.83	33.33	0.124	4.79
	1248.73	4.95	255.83	33.33	0.149	4.88
	1150.87	5.95	255.83	33.33	0.179	4.50
	1026.50	6.95	255.83	33.33	0.209	4.01
	912.33	7.23	255.83	33.33	0.217	3.57
	0.00	0.00	262.21	34.35	0.000	0.00
	725.79	0.66	262.21	34.35	0.019	2.77
	771.66	1.00	262.21	34.35	0.029	2.94
	832.82	1.60	262.21	34.35	0.047	3.18
	874.62	2.00	262.21	34.35	0.058	3.34
M4-3	922.53	2.48	262.21	34.35	0.072	3.52
	971.46	3.00	262.21	34.35	0.087	3.70
	1037.72	3.70	262.21	34.35	0.108	3.96
	1060.14	4.00	262.21	34.35	0.116	4.04
	1097.86	5.00	262.21	34.35	0.146	4.19
	1069.32	6.00	262.21	34.35	0.175	4.08

Pila	Carga (kg)	Deformación (mm)	Área (cm²)	h_{prom} (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg-f/cm²)
M4-4	978.59	7.00	262.21	34.35	0.204	3.73
	0.00	0.00	274.34	32.88	0.000	0.00
	724.77	0.40	274.34	32.88	0.012	2.64
	820.59	0.70	274.34	32.88	0.021	2.99
	918.45	1.00	274.34	32.88	0.030	3.35
	1047.91	1.42	274.34	32.88	0.043	3.82
	1228.34	2.00	274.34	32.88	0.061	4.48
	1365.95	2.48	274.34	32.88	0.075	4.98
	1529.05	3.00	274.34	32.88	0.091	5.57
	1635.07	3.47	274.34	32.88	0.106	5.96
	1834.86	4.42	274.34	32.88	0.134	6.69
	1937.82	5.00	274.34	32.88	0.152	7.06
	2042.81	5.74	274.34	32.88	0.175	7.45
	2068.30	6.00	274.34	32.88	0.183	7.54
	2049.95	7.00	274.34	32.88	0.213	7.47
	1887.87	8.00	274.34	32.88	0.243	6.88
1314.98	8.30	274.34	32.88	0.252	4.79	
M4-5	0.00	0.00	263.35	33.25	0.000	0.00
	1023.45	0.96	263.35	33.25	0.029	3.89
	1121.30	1.34	263.35	33.25	0.040	4.26
	1267.07	1.96	263.35	33.25	0.059	4.81
	1351.68	2.44	263.35	33.25	0.073	5.13
	1450.56	3.24	263.35	33.25	0.097	5.51
	1477.06	3.96	263.35	33.25	0.119	5.61
	1530.07	4.14	263.35	33.25	0.125	5.81
	1646.28	5.13	263.35	33.25	0.154	6.25
	1707.44	5.96	263.35	33.25	0.179	6.48
	1742.10	6.38	263.35	33.25	0.192	6.62
	1707.44	6.96	263.35	33.25	0.209	6.48
	1742.10	7.28	263.35	33.25	0.219	6.62
1731.91	7.96	263.35	33.25	0.239	6.58	

Pila	Carga (kg)	Deformación (mm)	Área (cm²)	h_{prom} (cm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg-f/cm²)
	1724.77	8.96	263.35	33.25	0.269	6.55
	1643.22	9.96	263.35	33.25	0.300	6.24
	1036.70	10.60	263.35	33.25	0.319	3.94
	0.00	0.00	263.92	32.43	0.000	0.00
	713.56	0.67	263.92	32.43	0.021	2.70
	818.55	0.96	263.92	32.43	0.030	3.10
	931.70	1.86	263.92	32.43	0.057	3.53
	1029.56	2.20	263.92	32.43	0.068	3.90
	1121.30	2.52	263.92	32.43	0.078	4.25
	1260.96	3.00	263.92	32.43	0.093	4.78
	1347.60	3.44	263.92	32.43	0.106	5.11
	1428.13	3.63	263.92	32.43	0.112	5.41
M4-6	1517.84	4.00	263.92	32.43	0.123	5.75
	1587.16	4.14	263.92	32.43	0.128	6.01
	1663.61	4.40	263.92	32.43	0.136	6.30
	1764.53	4.64	263.92	32.43	0.143	6.69
	1849.13	5.00	263.92	32.43	0.154	7.01
	1942.92	5.38	263.92	32.43	0.166	7.36
	1995.92	6.00	263.92	32.43	0.185	7.56
	2006.12	6.66	263.92	32.43	0.205	7.60
	1967.38	7.00	263.92	32.43	0.216	7.45
	1655.45	8.00	263.92	32.43	0.247	6.27

Figura 60

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M4-1

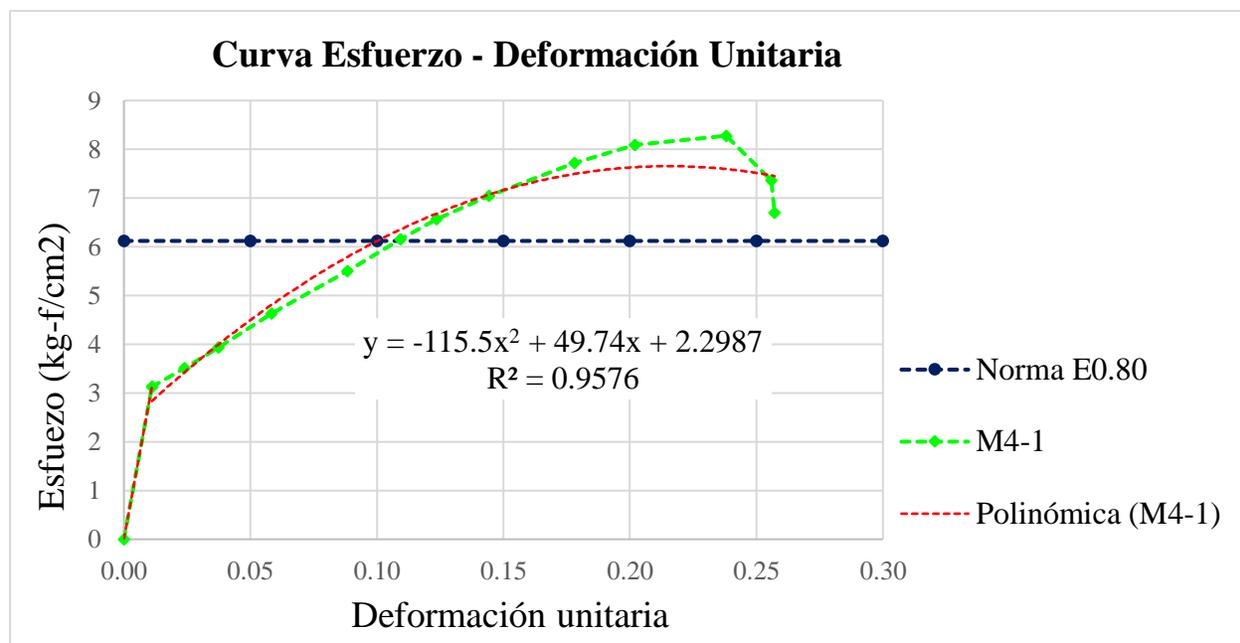
**Figura 61**

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M4-2

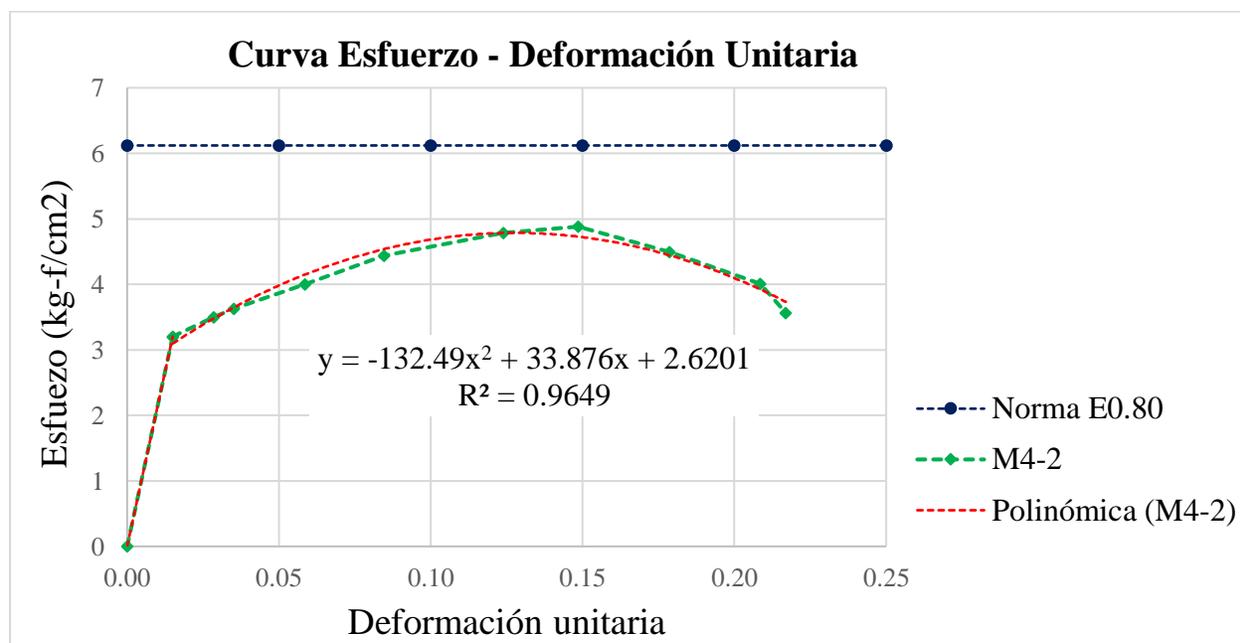


Figura 62

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M4-3

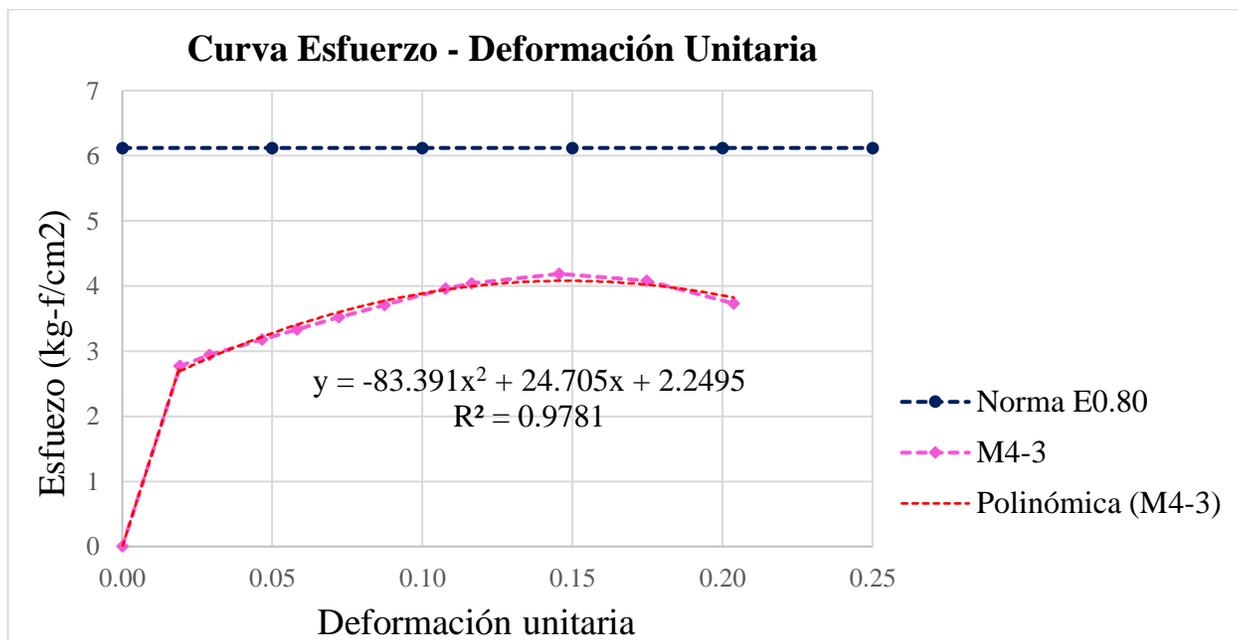
**Figura 63**

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M4-4

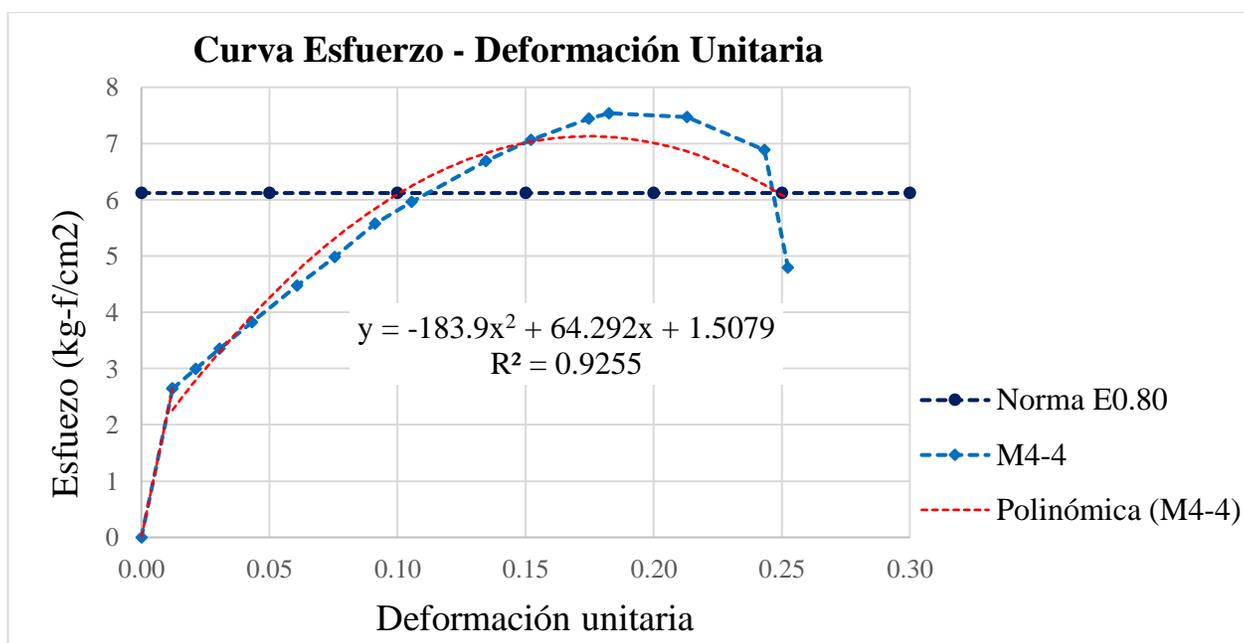


Figura 64

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M4-5

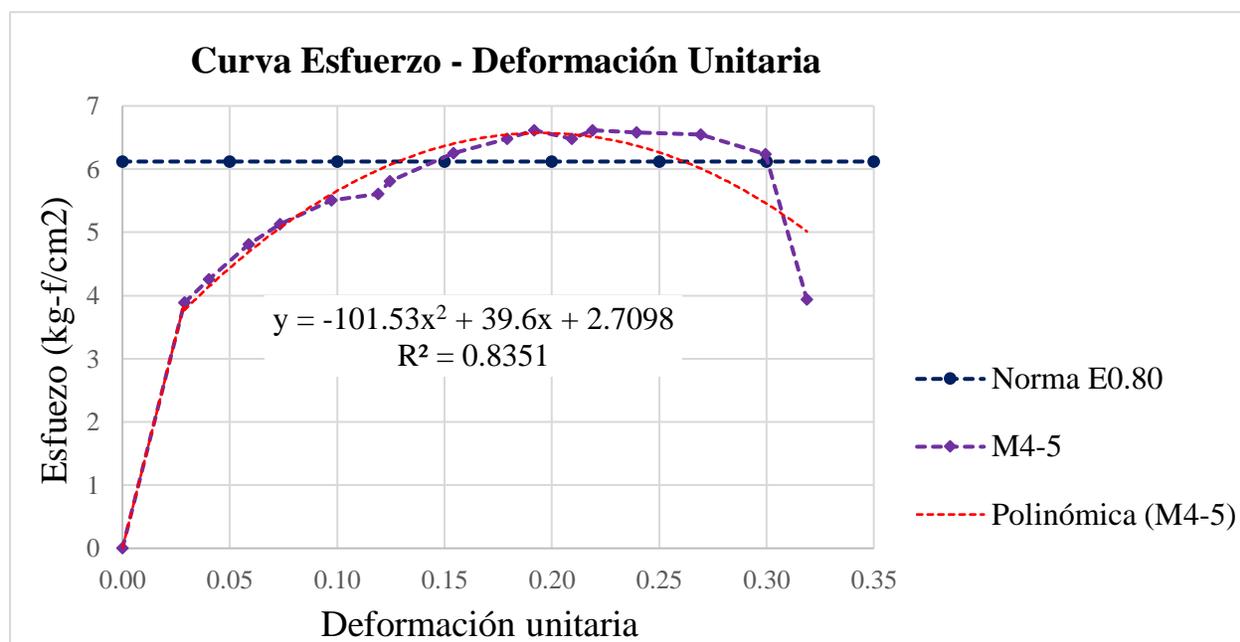
**Figura 65**

Gráfico de Curva Esfuerzo-Deformación Unitaria en la muestra M4-6.

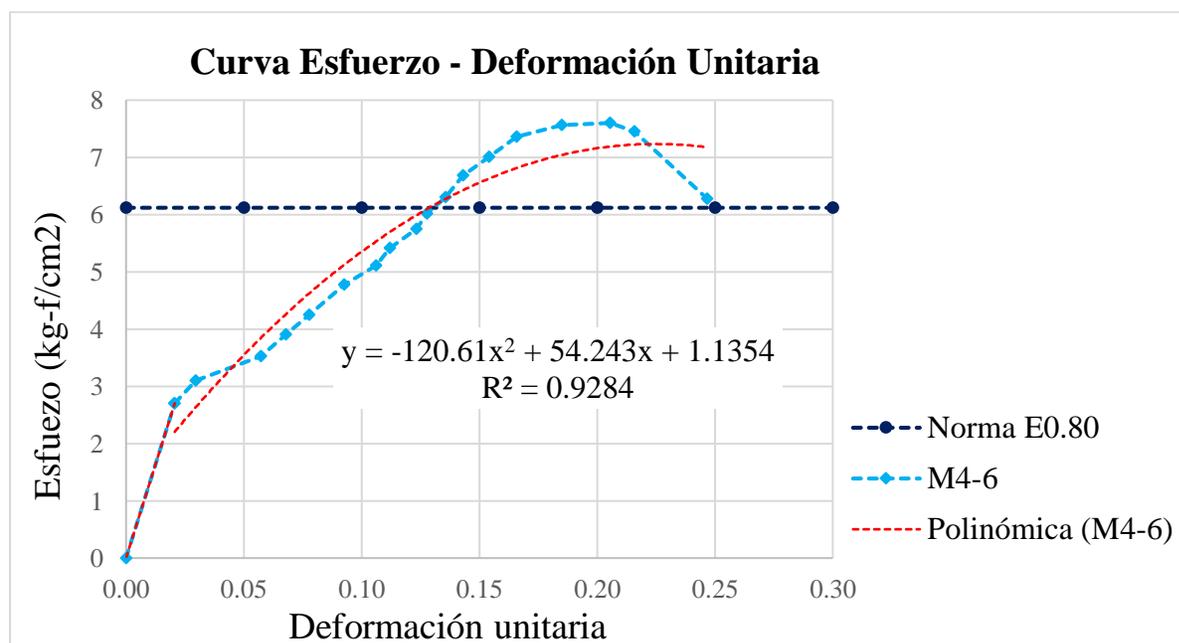
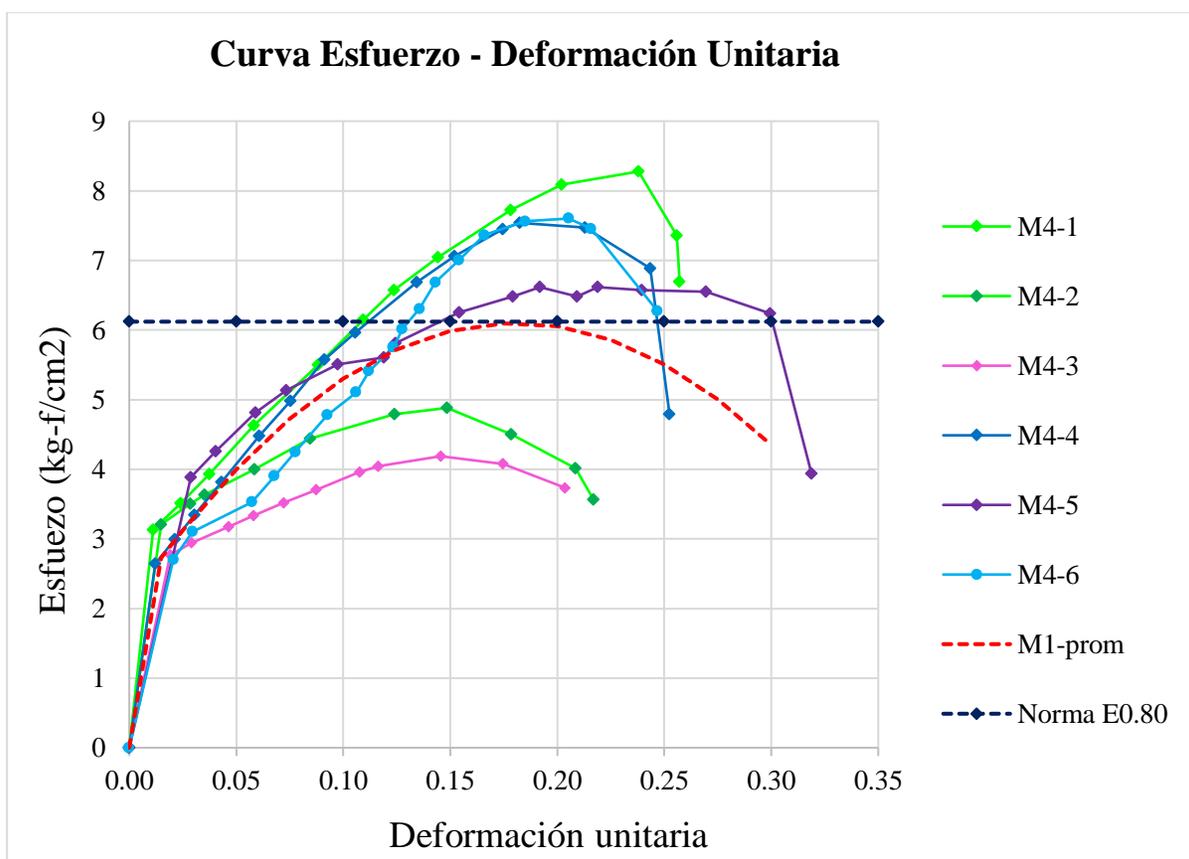


Figura 66

Promedio de todas las curvas Esfuerzo-Deformación Unitaria en las muestras 4 con adición de 0.24% de paja de arroz

Norma E0.80	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg/cm ²)
	0	6.12
	0.3	6.12



Anexo D: Figuras adicionales del cuerpo de la tesis

Figura 67

Plano de ubicación geográfica del laboratorio de suelos

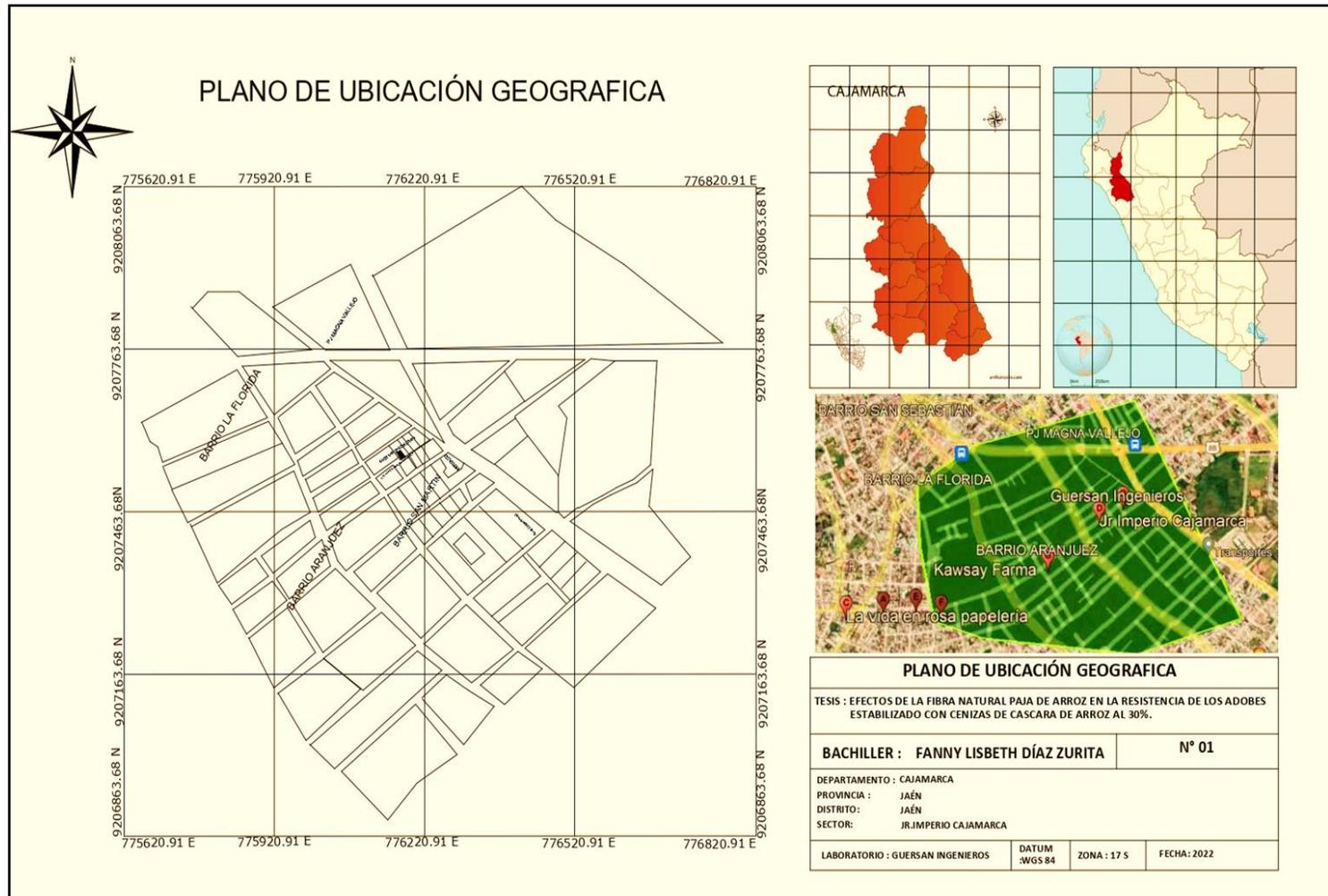


Figura 68

Plano de ubicación geográfica de la cantera San Isidro - El Pongo

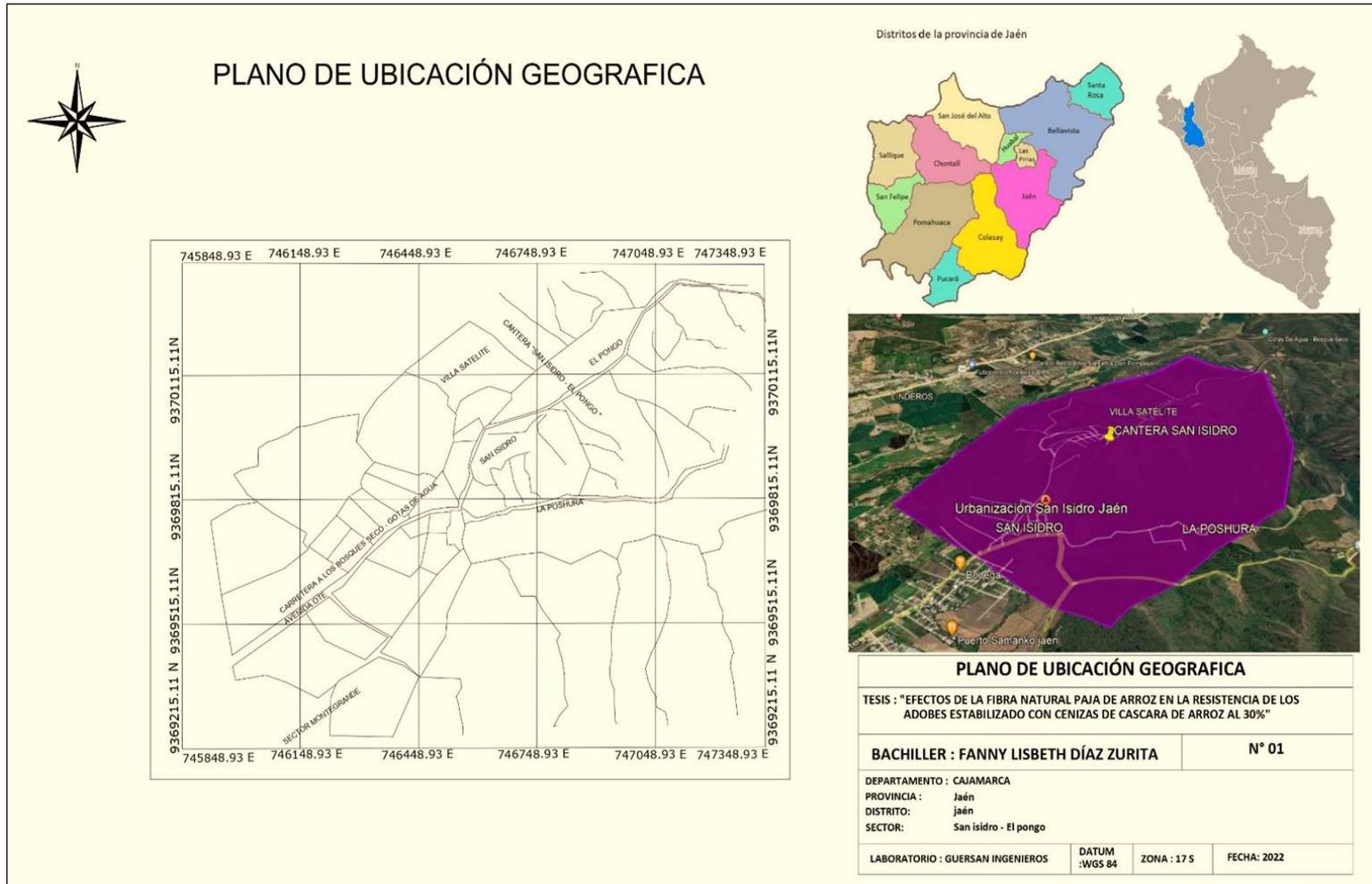


Figura 69

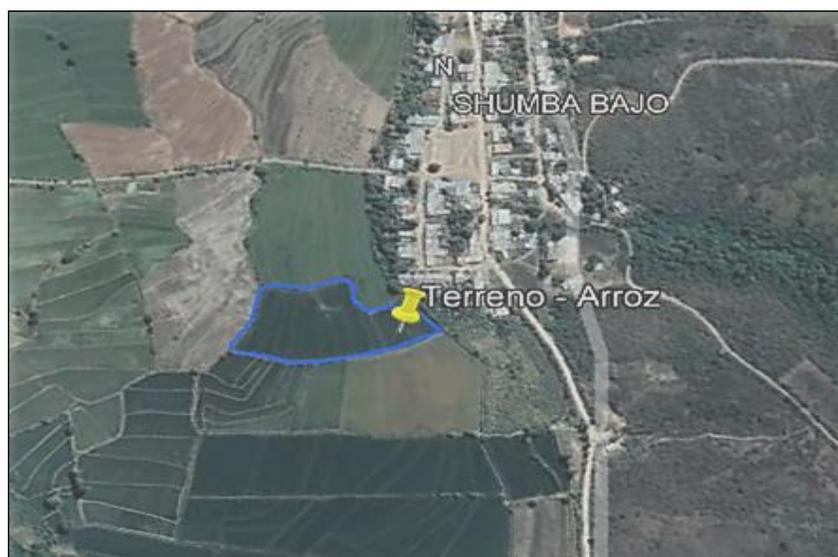
Ubicación geográfica de la cantera de estudio



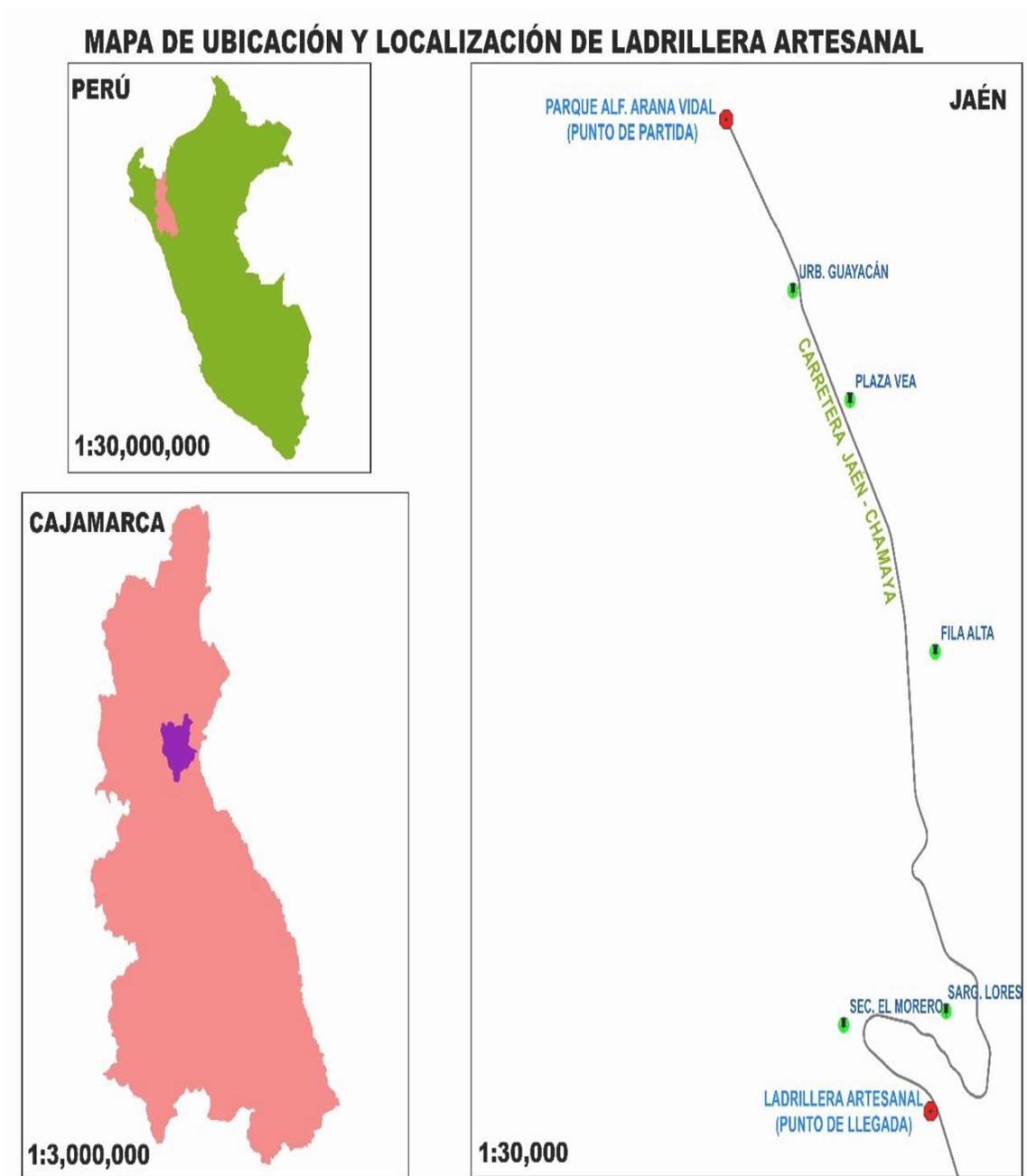
Nota. Google Maps

Figura 70

Ubicación geográfica del valle de Shumba bajo



Nota. Google Maps

Figura 71*Croquis de Ubicación de la Ladrillera*

Nota. ArcGIS

ANEXO E

1. Presentación de los resultados de los ensayos mecánicos realizados en los laboratorios que fueron utilizados.

	<p>SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS CEL. 939291809 / TEL. 076 633319</p>
<p>RUC: 20602101488 Dirección: Psj. Diego Ferre N° 295 – Barrio San Martín – Cajamarca. CORREO: guersaningenieros@gmail.com</p>	
<h2 style="text-align: center;">ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS</h2>	
<p style="text-align: center;">TESIS: "EFECTOS DE LA FIBRA NATURAL PAJA DE ARROZ EN LA RESISTENCIA DE ADOBES ESTABILIZADOS CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ AL 30 %, JAEN - CAJAMARCA"</p>	
<p style="text-align: center;">TESISTA: FANNY LISBETH DIAZ ZURITA</p>	
<p style="text-align: center;">ASESOR: MG. ING. HUGO MIRANDA TEJADA</p>	
<p style="text-align: center;">UBICACIÓN: PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.</p>	
<p style="text-align: center;">CAJAMARCA, 29 DE NOVIEMBRE DEL 2022.</p>	
<p style="text-align: right;">  <small>GUERSAN INGENIEROS S.R.L. Jhoany Vázquez Torres INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 255742</small> </p>	

1. RESULTADOS DEL ENSAYO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

	GUERSAN INGENIEROS S.R.L	
	GI-EC-029-11-22	FECHA: 29/11/2022
	CONTENIDO DE HUMEDAD	ASTM D2216 AASHTO T 265
TESIS:	"EFECTOS DE LA FIBRA NATURAL PAJA DE ARROZ EN LA RESISTENCIA DE ADOBES ESTABILIZADOS CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ AL 30 %, JAEN - CAJAMARCA"	
UBICACIÓN:	PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	
TESISTA:	FANNY LISBETH DIAZ ZURITA	
MUESTRA:	M-1	

Características del proceso de secado de muestra

CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE SECADO DE MUESTRA			
TEMPERATURA DE SECADO	110 °C	TIEMPO DE SECADO	16 h

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Identificación de Tara	T-35
Masa de tara (g)	139.40
M. Tara + M. Húmeda (g)	3451.00
M. Tara + M. Seca (g)	3133.00
Masa de agua (g)	318.00
Masa de Muestra Seca (g)	2993.60
W (%)	10.62%


 GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Jacquelyn Vásquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255746

2. RESULTADOS DEL ENSAYO LIMITE LIQUIDO Y PLÁSTICO

	GUERSAN INGENIEROS S.R.L.	
	GI-EC-029-11-22	FECHA: 29/11/2022
	LÍMITES DE ATTERBERG	ASTM D4318 AASHTO T 89
TESIS:	"EFECTOS DE LA FIBRA NATURAL PAJA DE ARROZ EN LA RESISTENCIA DE ADOBES ESTABILIZADOS CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ AL 30 % , JAEN - CAJAMARCA"	
UBICACIÓN:	PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	
TESISTA:	FANNY LISBETH DIAZ ZURITA	
MUESTRA:	M-1	

Condiciones del Ensayo

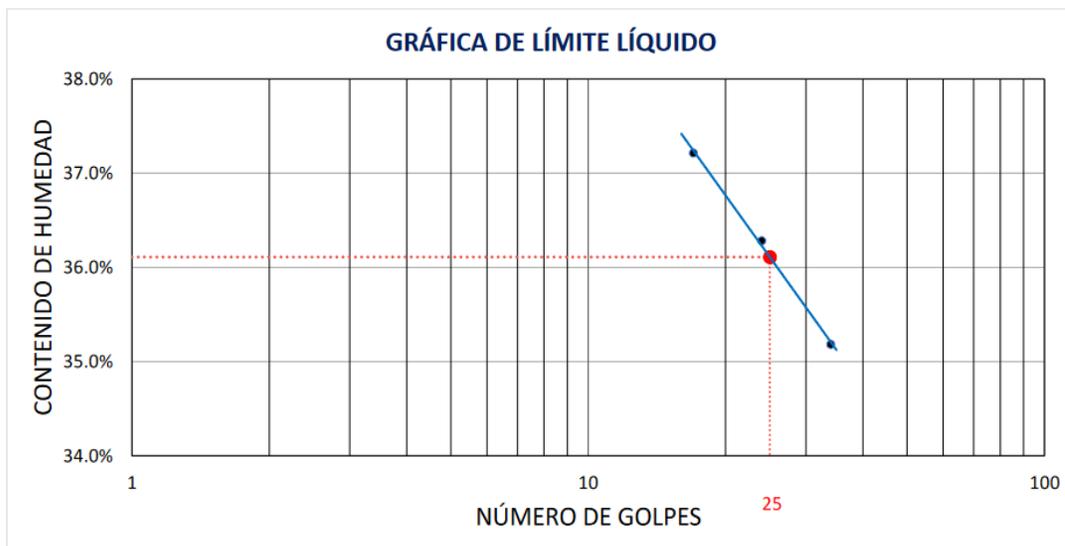
CONDICIONES DEL ENSAYO			
MUESTRA A ENSAYAR		CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
TEMP. DE SECADO:	60 °C	TEMP. DE SECADO:	110 °C
TIPO DE MATERIAL:	Pasa la malla N° 40	TIEMPO DE SECADO:	16 h
AGUA USADA:	Potable		

TARA N°	LÍMITE LÍQUIDO			TARA N°	LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3		4	5
M tara (g)	12.78	12.81	12.75	M tara (g)	10.95	11.88
Mt+ M.Húmeda (g)	33.76	35.46	34.92	Mt+ M.Húmeda (g)	19.65	20.41
Mt+ M. Seca (g)	28.07	29.43	29.15	Mt+ M. Seca (g)	18.18	18.98
M agua (g)	5.69	6.03	5.77	M agua (g)	1.47	1.43
M M.Seca (g)	15.29	16.62	16.40	M. Muestra Seca (g)	7.23	7.10
W(%)	37.21%	36.28%	35.18%	W(%)	20.33%	20.14%
N.GOLPES	17	24	34	Contenido de Humedad Promedio: 20.24%		


 GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

 Jhoany Vásquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255746

LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
36.00%	20.00%	16.00%



GUERSAN INGENIEROS S.R.L.


 Johnny Vásquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255746

3. RESULTADOS DEL ENSAYO DE GRANULOMETRIA

	GUERSAN INGENIEROS S.R.L	
	GI-EC-029-11-22	FECHA: 29/11/2022
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	ASTM D6913/D6913M-17 AASHTO T 88
TESIS:	"EFECTOS DE LA FIBRA NATURAL PAJA DE ARROZ EN LA RESISTENCIA DE ADOBES ESTABILIZADOS CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ AL 30 %, JAEN - CAJAMARCA"	
UBICACIÓN:	PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.	
TESISTA:	FANNY LISBETH DIAZ ZURITA	
MUESTRA:	M-1	

Condiciones del Ensayo

CONDICIONES DEL ENSAYO	
TEMPERATURA DE SECADO DE LA MUESTRA:	110 °C
CONDICIONES INICIALES DE LA MUESTRA	
PESO TOTAL MUESTRA SECA (g)	2500.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (g)	1984.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (g)	516.00
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (g)	2502.66
CONDICIONES INICIALES FRACCIÓN FINA	
PESO SECO FRACCIÓN FINA (g)	500.00
CORRECCIÓN DE MUESTRA CUARTEADA	0.1587

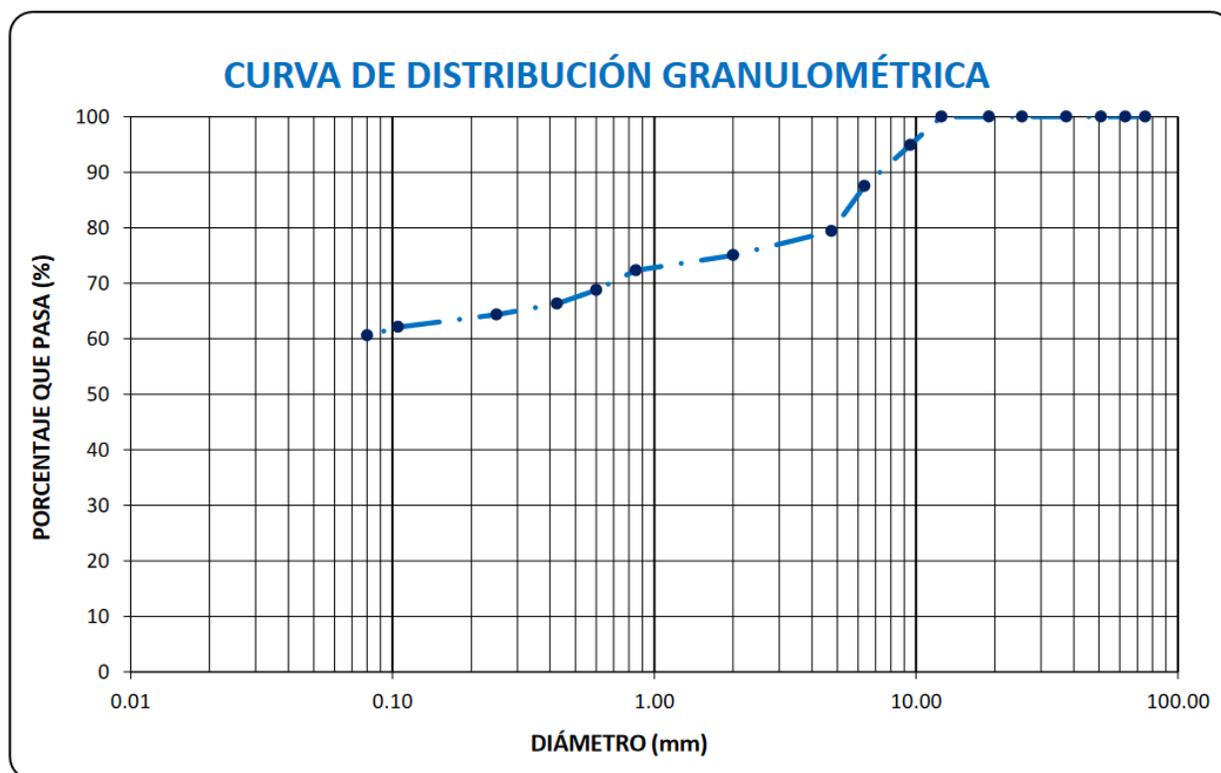
Análisis de la Fracción Gruesa

ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA					
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	128.00	5.12	5.12	94.88
¼"	6.35	185.00	7.40	12.52	87.48
N°4	4.75	203.00	8.12	20.64	79.36
TOTAL	W G =	516.00			

Análisis de la Fracción Gruesa

ANÁLISIS FRACCIÓN FINA					
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
N 10	2.00	27.30	4.33	24.97	75.03
N 20	0.85	17.10	2.71	27.69	72.31
N 30	0.60	22.40	3.56	31.24	68.76
N 40	0.43	15.50	2.46	33.70	66.30
N 60	0.25	12.30	1.95	35.65	64.35
N 140	0.11	14.20	2.25	37.91	62.09
N 200	0.08	9.50	1.51	39.42	60.58
Cazoleta	--	--	--	--	--
TOTAL					

Gráfico de la Curva de Distribución Granulométrica



Propiedades de la Muestra

PROPIEDADES DE LA MUESTRA			
PORCENTAJE DE GRAVA, ARENAS Y FINOS			% TOTAL
GRAVA (%):	20.64	100.00	
ARENA GRUESA (%):	13.06		
ARENA FINA (%):	5.7		
FINOS (%):	60.58		
COEFICIENTES		DÍAMETROS EFECTIVOS	
Cu =	-	D60 =	0.000
Cc =	-	D30 =	0.000
		D10 =	0.000
LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / AASHTO T 89			
LÍMITE LÍQUIDO:		36.00%	
LÍMITE PLÁSTICO:		20.00%	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP):		16.00%	
CLASIFICACIÓN			
S.U.C.S. :		CL	
A.A.S.H.T.O. :		A-6 (7)	

OBSERVACIONES:	LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA UTILIZANDO EL METODO S.U.C.S. Y CORRESPONDE A UNA ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD, COLOR MARRÓN , MEZCLADA CON 20.64% DE GRAVA DE TM 1/2", 18.78 % DE ARENA GRUESA A FINA.
----------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

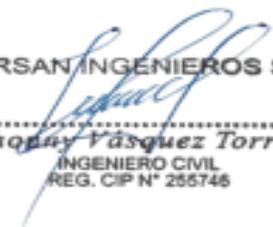
GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Johnny Vásquez Torres

INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 265746

4. RESULTADOS DEL ENSAYO PESO ESPECÍFICO

PESO ESPECÍFICO DEL SUELO - A.S.T.M. D 854 (yg)					
TESISTA:	FANNY LISBETH DÍAZ ZURITA				
PROYECTO:	Tesis profesional para optar el título profesional de ingeniero civil				
TESIS:	"EFECTOS DE LA FIBRA NATURAL PAJA DE ARROZ EN LA RESISTENCIA DE ADOBES ESTABILIZADOS CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ AL 30 %, JAEN – CAJAMARCA"				
PROCED. DE SUELO:	CANTERA ADOBERA " SAN ISIDRO - EL PONGO"				
MUESTRA	M - 1				
FECHA	29/11/2022				
	M - 1	M - 2	M - 3	Promedio	unidades
Peso de la fiola	163.91	163.91	163.91		g
Peso de la fiola + Agua destilada	663.91	663.91	663.91		g
Peso de la muestra	100	100	100		g
Peso de la fiola + Muestra + Agua	725.6	725.8	725.5		g
Peso específico del agua destilada	1	1	1		g/cm ³
peso específico del suelo o tierra (gr/cm³)	2.610	2.624	2.603	2.613	g/cm ³

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

 Jhoan Vásquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255745

2. Presentación de los resultados del ensayo Químico de la muestra de ceniza de cáscara de arroz



EMPRESA DE ANÁLISIS QUÍMICO LEZAMA EIRL

Ing. Jorge S. Lezama Bueno

R.U.C. N° 10178285985

Reg. C.I.P. N° 076915

Análisis de aguas, Suelos y agregados: pH, Sulfatos, Cloruros, durabilidad al $MgSO_4$,
Reactivos agregados: álcali, Carbón y Lignito, Sales Solubles, Calizas, Metales Pesados, etc

Telef: 952353097 - Email: jorleza@hotmail.com, jlezamab@unc.edu.pe

ENSAYO QUÍMICO DE UNA MUESTRA DE CENIZA

(ASTM D 3174)

PROYECTO : EFECTOS DE LA FIBRA NATURAL PAJA DE ARROZ EN LA RESISTENCIA DE ADOBES ESTABILIZADOS CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ AL 30%, JAÉN-CAJAMARCA

SOLICITANTE: Bach. Fanny Lisbeth Diaz Zurita

UBICACIÓN : Provincia : Jaén
Región : Cajamarca
Sector : Balsahuaico

ESPECIFICACIONES DE LA MUESTRA

- **Procedencia:** Ladrillera artesanal, sector de Balsahuaico - Jaén - Cajamarca
- **Fecha:** 07 de enero del 2023.

INFORME DEL ENSAYO

1.0 DE LA MUESTRA: Las cenizas de cascarilla de arroz se recolecto de una ladrillera artesanal, localizada al norte de la ciudad de Jaén en el sector de Balsahuaico a unos 15 minutos de la ciudad de Jaén

2.0 MÉTODO DE ENSAYO: Norma de referencia ASTM D 3174.

3.0 RESULTADOS: Fecha de ensayo el 4 de enero del 2023

Parámetro	Formula	Resultado (%)
• Dióxido de silicio	SiO_2	49.23
• Oxido de aluminio	Al_2O_3	0.39
• Oxido de sodio	Na_2O	1.55
• Oxido de calcio	CaO	7.12
• Oxido férrico	Fe_2O_3	0.91
• Oxido de fosforo (V)	P_2O_5	2.36
• Oxido de magnesio	MgO	3.54
• Oxido de potasio	K_2O	11.06
• Otros (Pérdida de fuego)	-	-

4.0 OBSERVACIONES:

- 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante
- 2) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 3) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

EMPRESA DE ANÁLISIS QUÍMICO
LEZAMA EIRL

Ing. Quím. Jorge S. Lezama Bueno
GERENTE



EMPRESA DE ANÁLISIS QUÍMICO LEZAMA EIRL

Ing. Jorge S. Lezama Bueno

R.U.C. N° 10178285985

Reg. C.I.P. N° 076915

Análisis de aguas, Suelos y agregados: pH, Sulfatos, Cloruros, durabilidad al $MgSO_4$,
Reactivos agregados/álcali, Carbón y Lignito, Sales Solubles, Calizas, Metales Pesados, etc

Telef: 952353097 - Email: jorleza@hotmail.com, ilezamab@unc.edu.pe

PANEL FOTOGRÁFICO



Preparación de la muestra para determinación de parámetros



Determinaciones de óxidos



EMPRESA DE ANÁLISIS QUÍMICO
LEZAMA EIRL

Ing. Quím. Jorge S. Lezama Bueno
GERENTE

ANEXO F: Presentación de documentación que valide la tesis



Universidad Nacional de Cajamarca
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 Teléfono N° 341616, Anexo 1217-Edificio IC-106
 Cajamarca - Perú



"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

Cajamarca, 30 de octubre de 2022.

OFICIO N° 812-2022-EAPIC-FI-UNC

Señorita:
 Bach. DIAZ ZURITA, FANNY LISBETH

PRESENTE:

De mi consideración:

Es grato dirigirme a usted, para saludarle cordialmente y, al mismo tiempo, autorizar al, para que realice sus ensayos de su proyecto de tesis titulado: "EFECTOS DE LA FIBRA NATURAL PAJA DE ARROZ EN LA RESISTENCIA DE ADOBES ESTABILIZADOS CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ AL 30 %, JAEN – CAJAMARCA en laboratorios externos de la Universidad Nacional de Cajamarca, debido a que sus muestras las obtendrán en la ciudad de Jaén.

En consecuencia deberá solicitar la correspondiente acreditación de los correspondientes laboratorios

Atentamente,


 Mag. Ing. Hector Hugo Wilfrido Rojas
 DIRECTOR

C.c
 Archivo



Universidad Nacional de Cajamarca
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Ensayo de Materiales



EL JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, DEJA:

CONSTANCIA

Consta por el presente que el **Bach. DÍAZ ZURITA, FANNY LISBETH**, Exalumna de la Facultad de Ingeniería. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Cajamarca (sede – Jaén) ha realizado en las instalaciones del Laboratorio de Ensayo de Materiales “Mg. Ing. Carlos Esparza Díaz” las siguientes actividades:

ÍTEM	DETALLE
01	Ensayo resistencia a compresión en bloques de adobe.
02	Ensayos resistencia a compresión en pilas de adobe.

Para la Tesis Titulada: “EFECTOS DE LA FIBRA NATURAL PAJA DE ARROZ EN LA RESISTENCIA DE ADOBES ESTABILIZADOS CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ AL 30 %, JAÉN – CAJAMARCA”. Dichas actividades se desarrollaron el 02/05/2023 y 03/05/2023.

Se expide el presente, para fines que se estime conveniente.

Cajamarca, 13 de junio de 2023.

Atentamente,

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERÍA

 Ing. Mauro Cendrión Vargas
 JEFE DEL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

c.c. a:
 _Archivo



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00102926

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 020280-2017/DSD - INDECOPI de fecha 29 de septiembre de 2017, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación GUERSAN INGENIEROS SRL y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo adjunto

Distingue : Servicios científicos y tecnológicos, así como servicios de investigación y diseño en estos ámbitos; servicios de análisis e investigación industriales; diseño y desarrollo de equipos informáticos y de software

Clase : 42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0713930-2017

Titular : GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

País : Perú

Vigencia : 29 de septiembre de 2027

Tomo : 0515

Folio : 140

RAY MELONI GARCIA
Director
Dirección de Signos Distintivos
INDECOPI



Estimado Usuario,

Para cuidar el registro obtenido, le recomendamos tener en cuenta, entre otros aspectos, la siguiente información:

a) Uso de la marca

- ✓ Cualquier persona interesada puede solicitar la **cancelación por falta de uso** del registro otorgado, si han transcurrido tres (03) años durante los cuales **la marca no ha sido utilizada**.
- ✓ Frente a una solicitud de cancelación de registro, **usted deberá demostrar** que viene usando la marca; de lo contrario, el registro será cancelado y perderá el derecho sobre la marca.
- ✓ **El uso** de la marca **debe ser demostrado** de conformidad con lo establecido en el artículo 165 y siguientes de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, Régimen Común Sobre Propiedad Industrial.

b) Actualización de datos del titular

- ✓ En caso exista algún cambio respecto de su domicilio procesal durante el plazo de vigencia del registro otorgado, deberá informarlo a la Dirección de Signos Distintivos.
- ✓ Es importante que informe respecto del cambio de su **domicilio procesal** toda vez que, en caso algún tercero solicitara la cancelación o nulidad del registro otorgado, se le notificará al último domicilio procesal consignado por usted, y esta notificación se tendrá por válida.

c) Renovación del registro

- ✓ La vigencia del registro otorgado es de diez (10) años **renovables**.
- ✓ Si desea renovar su registro, debe hacerlo dentro de los seis (06) meses anteriores o dentro de los seis (06) meses posteriores al vencimiento del registro.
- ✓ Si no solicita la renovación de su registro, éste **caducará** y usted perderá el derecho sobre el mismo.

d) Lemas Comerciales

- ✓ La cancelación, nulidad o caducidad del registro de una marca a la que se vincule un lema comercial, determinará también la cancelación, nulidad o caducidad, respectivamente, del registro del lema comercial, aun cuando no haya vencido el plazo de diez (10) años de vigencia del mismo.

Recuerde que en INDECOPI trabajamos para proteger los derechos de propiedad intelectual de todos nuestros usuarios.

ANEXO G: Fotografías de actividades realizadas en la investigación**Figura 72**

Descarga de muestras de adobes estabilizados en el laboratorio de la UNC

**Figura 73**

Muestras de adobes y pilas



Figura 74

Almacenamiento de las muestras de pilas

**Figura 75**

Almacenamiento de los adobes y pilas en el laboratorio UNC – Asesor de tesis



Figura 76

Cantera "San Isidro - El Pongo"

**Figura 77**

Lugar de extracción de la tierra



Figura 78

Tierra para la elaboración de adobes

**Figura 79**

Tierra de la cantera



Figura 80

Ubicación de la ladrillera artesanal en la ciudad de Jaén

**Figura 81**

Acopio de cáscara de arroz.



Figura 82

Extracción de la materia prima de cenizas de cáscara de arroz.

**Figura 83**

Ensayo contenido de humedad



Figura 84

Clasificando las muestras para cada ensayo

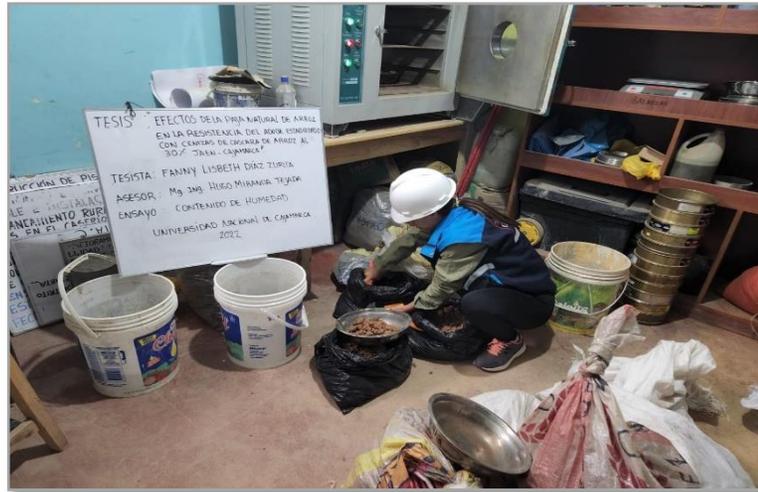


Figura 85

Tierra para adobes



Figura 86

Mezclas del 30% de cenizas de cáscara de arroz + tierra

**Figura 87**

Cortado de la paja de arroz



Figura 88

Elaboración de los adobes

**Figura 89**

Elaboración de los adobes



Figura 90

Presencia del Asesor- Tesista- técnico encargado del laboratorio de la UNC.

**Figura 91**

Fallas en el ensayo de la resistencia a compresión en unidades de adobes



Figura 92

Fallas en los adobes en el ensayo a la compresión de las pilas

**Figura 93**

Muestras de los adobes y pilas



Figura 94

Muestras del ensayo de Prueba "Presencia de Arcilla"

**Figura 95**

Muestras del ensayo de Prueba "Cinta de Barro"

