

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL
ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE
ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADOS CON
FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Frank Yordi Torres Chavez

Asesor:

Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
<https://orcid.org/0000-0002-9255-1285>

Cajamarca - Perú

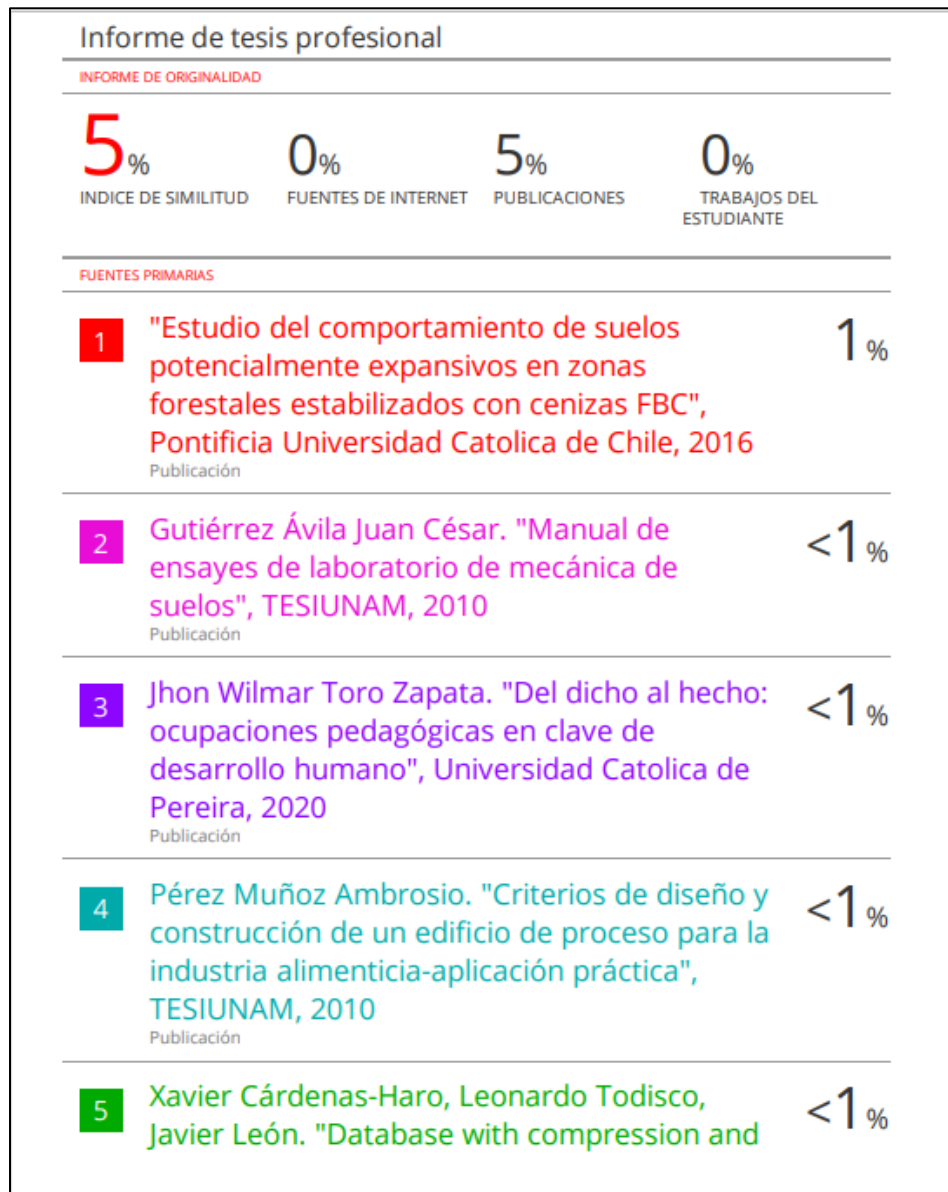
JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	ERICK RAFAEL MUÑOZ BARBOZA	44035182
	Nombre y Apellidos	DNI

Jurado 2	ERLYN GIORDANY SALAZAR HUAMÁN	71106769
	Nombre y Apellidos	DNI

Jurado 3	KATIA NATALY CARRIÓN RABANAL	46269439
	Nombre y Apellidos	DNI

INFORME DE SIMILITUD



DEDICATORIA

A mi madre Gloria Chavez Irene que siempre estuvo conmigo brindándome su apoyo y sabiduría para ser de mí una mejor persona, a mis hermanos Sandi, Damaris, Esgar y Joaquín por sus palabras de aliento y compañía, a mi prometida por sus consejos, confianza y por brindarme el tiempo necesario para formarme profesionalmente, a mis familiares y amigos que de una u otra han contribuido para lograr uno de mis objetivos propuestos.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecer a Dios por darme la vida y salud, por haberme ayudado, inspirado y guiado en cada paso de esta investigación.

A mis padres Gloria Chavez y Roiler Torres por todo su apoyo a lo largo de mi formación profesional.

A mi asesor Ing. Orlando Aguilar por ayudarme a enfocarme en la investigación y, además, gracias a su ayuda hace que este trabajo de investigación tenga menos errores posibles.

Y también de una manera muy especial a PRONABEC, ya que gracias al programa BECA 18 hicieron que sea posible alcanzar mis sueños y metas trazadas.

TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR.....	2
INFORME DE SIMILITUD.....	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	8
ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	18
RESUMEN	19
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	20
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	20
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	35
1.3. OBJETIVOS.....	35
1.3.1. <i>Objetivo general:</i>	35
1.3.2. <i>Objetivos específicos.</i>	35
1.4. HIPÓTESIS.....	36
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	37
2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	37
2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	37
2.2.1. <i>Obtención de la muestra.</i>	38
2.2.2 <i>Ubicación de la cantera.</i>	38
2.3. VARIABLES.....	41
2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.	42
2.5. PROCESAMIENTO:.....	45
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....	58
3.1. OBTENCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO	58
3.1.1. <i>Contenido de humedad.</i>	58
3.1.2. <i>Límites de consistencia.</i>	58
3.1.3 <i>Análisis granulométrico.</i>	59
3.1.4. <i>Peso específico.</i>	59
3.1.5. <i>Clasificación de suelo.</i>	60

3.1.6. Ensayos a Compresión	61
3.1.6. Ensayos a flexión.....	67
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	73
4.1. DISCUSIÓN:	73
4.2. LIMITACIONES.....	73
4.3. INTERPRETACIÓN COMPARATIVA.	73
4.2. CONCLUSIONES:	78
REFERENCIAS	80
ANEXOS	83
5.1. ANEXO N° 1. FICHA TÉCNICA DE ARCILLA DE BENTONITA.	83
5.2. ANEXO N° 1. PANEL FOTOGRAFICO.....	84
5.3. ANEXO N° 2. ENSAYOS DE SUELOS.....	95
5.4. ANEXO N° 3. ENSAYOS DE LA ARCILLA DE BENTONITA.....	101
5.5. ANEXOS N° 4. ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN.	103
5.5. ANEXO N° 5. ENSAYOS DE RESISTENCIA A FLEXIÓN.....	135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cantidades de adobe para los ensayos de compresión y flexión de la unidad de adobe tradicional	38
Tabla 2 Accesos, indicaciones y tiempos de la cantera Cruz Blanca.	39
Tabla 3 Operacionalización de variables	41
Tabla 4 Técnicas de recolección de datos de la variable independiente.....	44
Tabla 5 Técnicas de recolección de datos de la variable dependiente.....	44
Tabla 6 Volumen de material para un espécimen de adobe	53
Tabla 7 Cantidades de materiales para 8 especímenes de adobes en función de baldes de 4 litros.....	53
Tabla 8 Contenido de humedad promedio del suelo.	58
Tabla 9 Contenido de humedad promedio de la arcilla de bentonita.	58
Tabla 10 Determinación de Límite Líquido, Límite plástico y Índice de Plasticidad.....	58
Tabla 11 Análisis granulométrico del suelo mediante tamizado por lavado.	59
Tabla 12 Determinación del peso específico del suelo.....	59
Tabla 13 Determinación del peso específico de la arcilla de bentonita.....	59
Tabla 14 Resistencia a compresión de los bloques de adobe tradicional muestra patrón. 61	
Tabla 15 Resistencia a compresión de los bloques de adobe tradicional con remplazo del 5% arcilla de bentonita y reforzados con fibra de peca azul.	62

Tabla 16 Resistencia a compresión de los bloques de adobe tradicional con remplazo del 10% arcilla de bentonita y reforzados con fibra de peca azul.	63
Tabla 17 Resistencia a compresión de los bloques de adobe tradicional con remplazo del 15% arcilla de bentonita y reforzados con fibra de peca azul.	64
Tabla 18 Resumen general de los bloques de adobe tradicional sometidos al ensayo de compresión.	65
Tabla 19 Resistencia a flexión de los bloques de adobe tradicional muestra patrón.....	67
Tabla 20 Resistencia a flexión de los bloques de adobe tradicional con remplazo del 5% arcilla de bentonita y reforzados con fibra de Peca Azul.	68
Tabla 21 Resistencia a flexión de los bloques de adobe tradicional con remplazo del 10% arcilla de bentonita y reforzados con fibra de Peca Azul.	69
Tabla 22 Resistencia a flexión de los bloques de adobe tradicional con remplazo del 15% arcilla de bentonita y reforzados con fibra de Peca Azul.	70
Tabla 23 Resumen general de los bloques de adobe tradicional sometidos al ensayo de flexión.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Curva granulométrica.....	31
Figura 2 Acceso N° 1 a la cantera Cruz Blanca.....	40
Figura 3 Acceso N° 2 a la cantera Cruz Blanca.....	40
Figura 4 Protocolo de recolección de datos validado por el personal técnico del laboratorio de suelos y concreto de la Universidad Privada del Norte-Cajamarca.....	43
Figura 5 Preparación de la masa para los adobes tradicionales.	54
Figura 6 Fabricación de adobes tradicionales.	54
Figura 7 Adobes tradicionales listos para el secado.....	55
Figura 8 Realización del ensayo de resistencia a compresión.....	56
Figura 9 Realización del ensayo de resistencia a flexión.....	57
Figura 10 Sistema de clasificación de suelos unificado "SUCS".....	60
Figura 11 Resumen general de los resultados sometidos al ensayo de resistencia a compresión.	66
Figura 12 Resumen general de los resultados sometidos al ensayo de resistencia a flexión.	72
Figura 13 Ficha técnica de la arcilla de bentonita.	83
Figura 14 Pesando muestras para el contenido de humedad.....	84
Figura 15 Colocando muestras de contenido de humedad al horno por 24 horas.....	84
Figura 16 Pesando muestras para el contenido de humedad de la arcilla de bentonita.....	85
Figura 17 Realizando ensayo de peso específico del suelo.....	85

Figura 18 Realizando ensayo de peso específico de la arcilla de bentonita.	86
Figura 19 Lavando el material en la malla N° 200.	86
Figura 20 Tamizando el material lavado después de 24 horas.	87
Figura 21 Realizando el ensayo de limite líquido.	87
Figura 22 Realizando el ensayo de limite plástico.	88
Figura 23 Preparando masa para la fabricación de adobes tradicionales.	88
Figura 24 Agregando paja ichu a la masa de la muestra patrón.	89
Figura 25 Seccionando la fibra de Penca Azul.	89
Figura 26 Preparado la masa del suelo con sustitución de arcilla de bentonita.	90
Figura 27 Agregando a la masa fibra de penca azul.	90
Figura 28 Verificando la masa junto a mi asesor Ing. Orlando Aguilar.	91
Figura 29 Masa lista para ser amoldada.	91
Figura 30 Fabricando los adobes tradicionales.	92
Figura 31 Bloques de adobes tradicionales a la edad de 21 días.	92
Figura 32 Realizando ensayo de resistencia a compresión del adobe tradicional.	93
Figura 33 Realizando ensayo de resistencia a flexión del adobe tradicional.	93
Figura 34 Realizando ensayos de resistencia a flexión y compresión junto al laboratorista de la Universidad Privada del Norte.	94
Figura 35 Ensayo de contenido de humedad.	95
Figura 36 Ensayo de peso específico del suelo.	96
Figura 37 Ensayo de análisis granulométrico mediante tamizado por lavado.	97

Figura 38 Ensayo de límites de plasticidad.	98
Figura 39 Clasificación de suelo (SUCS) primera parte.	99
Figura 40 Clasificación de suelo (SUCS) segunda parte.....	100
Figura 41 Ensayo de contenido de humedad de la arcilla de bentonita.....	101
Figura 42 Ensayo de peso específico de la arcilla de bentonita.	102
Figura 43 Ensayo de resistencia a la compresión muestra patrón 1.	103
Figura 44 Ensayo de resistencia a la compresión muestra patrón 2.	104
Figura 45 Ensayo de resistencia a la compresión muestra patrón 3.	105
Figura 46 Ensayo de resistencia a la compresión muestra patrón 4.	106
Figura 47 Ensayo de resistencia a la compresión muestra patrón 5.	107
Figura 48 Ensayo de resistencia a la compresión muestra patrón 6.	108
Figura 49 Ensayo de resistencia a la compresión muestra patrón 7.	109
Figura 50 Ensayo de resistencia a la compresión muestra patrón 8.....	110
Figura 51 Ensayo de resistencia a la compresión M5%-1 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de Penca Azul.....	111
Figura 52 Ensayo de resistencia a la compresión M5%-2 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.	112
Figura 53 Ensayo de resistencia a la compresión M5%-3 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.	113
Figura 54 Ensayo de resistencia a la compresión M5%-4 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.	114

Figura 55 Ensayo de resistencia a la compresión M5%-5 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.	115
Figura 56 Ensayo de resistencia a la compresión M5%-6 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.	116
Figura 57 Ensayo de resistencia a la compresión M5%-7 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.	117
Figura 58 Ensayo de resistencia a la compresión M5%-8 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.	118
Figura 59 Ensayo de resistencia a la compresión M10%-1 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.	119
Figura 60 Ensayo de resistencia a la compresión M10%-2 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.	120
Figura 61 Ensayo de resistencia a la compresión M10%-3 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.	121
Figura 62 Ensayo de resistencia a la compresión M10%-4 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.	122
Figura 63 Ensayo de resistencia a la compresión M10%-5 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.	123
Figura 64 Ensayo de resistencia a la compresión M10%-6 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.	124
Figura 65 Ensayo de resistencia a la compresión M10%-7 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.	125

Figura 66 Ensayo de resistencia a la compresión M10%-8 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul. 126

Figura 67 Ensayo de resistencia a la compresión M15%-1 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul. 127

Figura 68 Ensayo de resistencia a la compresión M15%-2 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul. 128

Figura 69 Ensayo de resistencia a la compresión M15%-3 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul. 129

Figura 70 Ensayo de resistencia a la compresión M15%-4 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul. 130

Figura 71 Ensayo de resistencia a la compresión M15%-5 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul. 131

Figura 72 Ensayo de resistencia a la compresión M15%-6 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul. 132

Figura 73 Ensayo de resistencia a la compresión M15%-7 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul. 133

Figura 74 Ensayo de resistencia a la compresión M15%-8 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul. 134

Figura 75 Ensayo de resistencia a la flexión muestra patrón 1. 135

Figura 76 Ensayo de resistencia a la flexión muestra patrón 2. 136

Figura 77 Ensayo de resistencia a la flexión muestra patrón 3. 137

Figura 78 Ensayo de resistencia a la flexión muestra patrón 4. 138

Figura 79 Ensayo de resistencia a la flexión muestra patrón 5.	139
Figura 80 Ensayo de resistencia a la flexión muestra patrón 6.	140
Figura 81 Ensayo de resistencia a la flexión muestra patrón 7.	141
Figura 82 Ensayo de resistencia a la flexión muestra patrón 8.	142
Figura 83 Ensayo de resistencia a la flexión 5%F-1 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.....	143
Figura 84 Ensayo de resistencia a la flexión 5%F-2 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.....	144
Figura 85 Ensayo de resistencia a la flexión 5%F-3 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.....	145
Figura 86 Ensayo de resistencia a la flexión 5%F-4 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.....	146
Figura 87 Ensayo de resistencia a la flexión 5%F-5 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.....	147
Figura 88 Ensayo de resistencia a la flexión 5%F-6 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.....	148
Figura 89 Ensayo de resistencia a la flexión 5%F-7 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.....	149
Figura 90 Ensayo de resistencia a la flexión 5%F-8 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.....	150
Figura 91 Ensayo de resistencia a la flexión 10%F-1 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.....	151

Figura 92 Ensayo de resistencia a la flexión 10%F-2 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul..... 152

Figura 93 Ensayo de resistencia a la flexión 10%F-3 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul..... 153

Figura 94 Ensayo de resistencia a la flexión 10%F-4 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul..... 154

Figura 95..... 155

Figura 96 Ensayo de resistencia a la flexión 10%F-6 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul..... 156

Figura 97 Ensayo de resistencia a la flexión 10%F-7 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul..... 157

Figura 98 Ensayo de resistencia a la flexión 10%F-8 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul..... 158

Figura 99 Ensayo de resistencia a la flexión 15%F-1 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul..... 159

Figura 100 Ensayo de resistencia a la flexión 15%F-2 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul..... 160

Figura 101 Ensayo de resistencia a la flexión 15%F-3 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul..... 161

Figura 102 Ensayo de resistencia a la flexión 15%F-4 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul..... 162

Figura 103 Ensayo de resistencia a la flexión 15%F-5 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul..... 163

Figura 104 Ensayo de resistencia a la flexión 15%F-6 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.....	164
Figura 105 Ensayo de resistencia a la flexión 15%F-7 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.....	165
Figura 106 Ensayo de resistencia a la flexión 15%F-8 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.....	166

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Determinación del contenido de humedad.....	46
Ecuación 2. Determinación porcentajes de pesos retenidos.	48
Ecuación 3. Determinación porcentajes que pasa en cada tamiz.	48
Ecuación 4. Determinación del índice de plasticidad.....	52
Ecuación 5. Resistencia a compresión.....	55
Ecuación 6. Resistencia a flexión.....	57

RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo determinar la resistencia a compresión y flexión del adobe tradicional con sustitución de arcilla de bentonita y reforzado con fibra de penca azul, Cajamarca 2023. Para la realización de esta investigación, primero se estudió sus propiedades del material extraído de la cantera Cruz Blanca (Cajamarca, Perú) con la finalidad verificar si el suelo es apto para la elaboración de adobes tradicionales tanto para la muestra patrón, como los bloques elaborados con sustitución del 5%, 10% y 15% de arcilla de bentonita reforzados con fibra de penca azul; para luego evaluar la resistencia a compresión y flexión tanto del adobe patrón como los adobes con incorporación de arcilla de bentonita en sus diferentes porcentajes y también comparar con la resistencia mínima que establece la norma E-080 (10.2 kg/cm^2). Los resultados que se obtuvieron respecto al ensayo de resistencia a compresión indican que todos los adobes elaborados con sustitución de arcilla de bentonita y reforzados con fibra de penca azul superan la resistencia mínima que establece la norma E-080 (10.2 kg/cm^2), los resultados de los bloques de adobes tradicionales con sustitución del 5%, 10% y 15% muestran valores de 13.25 kg/cm^2 , 14.74 kg/cm^2 , 15.82 kg/cm^2 y la muestra patrón 13.29 kg/cm^2 , donde se puede observar que la sustitución del 10% y 15% aumenta su resistencia, mientras que la del 5% disminuye respecto a la muestra patrón, por otro lado, también los bloques de adobes con sustitución del 5%, 10%, 15% y muestra patrón sometidos a ensayos de flexión presentan valores de 21.39 kg/cm^2 , 29.60 kg/cm^2 , 26.87 kg/cm^2 y 26.60 kg/cm^2 respectivamente, los resultados indican que la sustitución del 5% disminuye su resistencia a flexión y la sustitución del 10% y 15% aumenta con respecto a la muestra patrón.

PALABRAS CLAVES: arcilla de bentonita, penca azul, Fibras, Adobe tradicional

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La tierra es uno de los materiales de construcción más antiguos y comunes en el mundo en la cual se cree que los muros sobrevivientes de Jericó en Palestina es la evidencia de una arquitectura de adobe de 9.000 años de antigüedad, con el pasar del tiempo se han construido con tierra diversas estructuras de gran significado religioso, especialmente en forma de cúpulas y casas tradicionales teniendo una rica herencia cultural los países de África, Irán, Afganistán, Yemen, Irán, Siria, España, Alemania, Gran Bretaña, Francia, Portugal, Italia, Dinamarca y Suecia. Es por ello que hoy en día alrededor del 30% de la población mundial vive en edificaciones construidas a base de adobe, esto se da debido a que la tierra es un material de construcción ecológico, disponible en abundancia y con tecnología básica de construcción, en donde se tiene en cuenta que la mayoría de estas construcciones son utilizadas principalmente por personas de pocos recursos en las áreas rurales (Ureña, et. al, 2019).

En América Latina los materiales más utilizados para la construcción es el cemento, ladrillos, morteros y hormigón, los cuales no contribuyen con el medio ambiente debido a que una vez que acaban su vida útil pasan a ser escombros y no sirven para ser parte de la tierra, es por ello que la arquitectura de tierra es de gran importancia por sus desarrollo específico, por el lugar que ocupa y lo que representa dentro de cada país en los centros históricos y en toda la arquitectura monumental construida con esta técnica hace que sea de si una construcción más eficiente ya que se puede trabajar con adobe hecho de arcilla y arena en muchas veces mezclado con paja y estiércol para que tenga una mejor cohesión, estos son moldeados en forma de ladrillos (Díaz, et. al, 2019).

Por otro lado, se menciona que el adobe es un tipo de mampostería hecha a mano y que es muy fácil de hacer, pero al mismo tiempo presenta muchas desventajas en comparación con los materiales de arcilla recocida y la mampostería de hormigón, entre otros, en donde su capacidad resistente a esfuerzo de flexión, cortante y compresión axial es muy baja. Por otro lado, también su grado de intemperización al que está expuesto durante su vida útil hace que genere una degradación física, el cual hace que se convierta en uno de los materiales de construcción más vulnerables (Catalán, et. al, 2019).

El proceso de construcciones de viviendas modernas en comunidades conduce a actividades que tienen impactos negativos en el medio ambiente tanto por los materiales utilizados como por los procesos empleados a diferencia del adobe o la tierra apisonada son materiales coloquiales utilizados para construir muros resistentes en donde su proceso de fabricación es amigable con el medio ambiente. Sin embargo, varios factores como la falta de reglamentos de construcción en tierras que no lo han conferido un valor estructural, la falta de mantenimiento, el bajo valor constructivo debido a los factores externos como la humedad, el clima y las lluvias han hecho decrecer su uso (Montenegro, 2019).

Por las razones expuestas en la presente investigación se busca mejorar los parámetros mecánicos del adobe, además de ello también se busca evaluar factores que ayuden a determinar el buen desarrollo del uso constructivo y la respuesta frente a agentes externos al incorporar arcilla de bentonita y al mismo tiempo reforzados con fibra de Penca Azul.

Para la presente investigación se cuenta con antecedentes internacionales respecto al tema en estudio, en las cuales destacan las siguientes investigaciones.

Arceo, et. al, 2021, en su investigación “*Análisis de la resistencia mecánica ante compresión de bloques de adobe con agregados de fibra de bagazo de caña*” tuvieron como

objetivo elaborar bloques de adobe con fibra de bagazo de caña con la finalidad de evaluar las ventajas con respecto a un adobe tradicional, los ensayos que se realizaron fueron resistencia a la compresión del adobe en tres tratamientos experimentales (1%, 5% y 10%) de fibra de bagazo de caña y un tratamiento testigo, para la elaboración de los testigos se tuvo en cuenta la norma ASTM E8M y las características de la máquina de esfuerzos Shimadzu UH-500KNI. Al final de la investigación los resultados muestran que la incorporación de fibra de bagazo de caña en porcentajes de 1%, 5% y 10 % incrementa la resistencia a compresión respecto a la muestra patrón, en donde se evidencia que los valores promedios obtenidos son los siguientes: muestra patrón 12.39 kg/cm², 1% de agregados de fibra 15.33 kg/cm², 5% de fibra 13.46 kg/cm² y 10% de fibra 14.95 kg/cm². Finalmente, también se muestra resultados con respecto a la elasticidad del adobe patrón y del adobe con agregado de fibra de caña en sus diferentes porcentajes, la muestra patrón muestra un valor de 3.08 mm, 1% de fibra de caña 2.60 mm, 5% de fibra de caña 3.18 mm, y los adobes con 10% de fibra de caña muestran un valor de 13.53 mm respectivamente.

Ureña, et. al, 2019, en su investigación titulada *“Estudio de la resistencia a compresión de adobe artesanal utilizando estabilizadores orgánicos: estiércol de vaca, savia de nopal, paja y sangre de toro”* tuvieron como objetivo estudiar la resistencia a compresión de muestras cúbicas de adobe, estos fueron elaborados a base de suelos de la sierra ecuatoriana y cuatro estabilizadores orgánicos (estiércol vacuno, savia de nopal, paja y sangre de toro), estos fueron añadidos en porcentajes específicos de forma individual y combinada, los ensayos que se realizaron fueron de acuerdo al “Proyecto de actualización – versión 1 de la Norma Peruana E.080 de noviembre del 2013”. Al final de la investigación los resultados obtenidos indican que los cuatro estabilizadores orgánicos mejoran la resistencia a compresión desde un 0.5% al 13.1%. Obteniendo la resistencia más alta en la

combinación del 10% de estiércol vacuno con 20% de sangre de toro, esta alcanza una resistencia a la compresión del 13.1% en relación al adobe tradicional.

Aranda y García, 2016, en su investigación “Efectos de la utilización de savias vegetales en los bloques de tierra comprimida con respecto a la prueba de abrasión” tuvieron como objetivo establecer la prueba de abrasión de los bloques de tierra comprimida (BTC) con adicción de estabilizantes naturales y minerales para luego estar sometidos a la prueba de abrasión o durabilidad. Para esta investigación se elaboró diferentes muestras estabilizadas para luego someter a la prueba, además de ello a todos los BTC se estabilizo con 6% de Cemento Portland Ordinario 20, el cual hace la función de estabilizante mineral. Al de la investigación se encontró un mejor comportamiento a la prueba de abrasión o durabilidad en las muestras que se adiciono el estabilizante de savias comparadas con la adición de estabilizante de mucílago de nopal.

Por otro lado, como antecedentes nacionales que destacan al tema en estudio tenemos las siguientes investigaciones.

Arotaipe y Lecaros, 2022, en su tesis “*Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del adobe con reemplazo de ichu por fibra de cabuya, en el sector de Quispiquilla del distrito de San Sebastián – Cusco 2022*” tuvieron como objetivo determinar de forma cuantitativa la variación de las propiedades físico mecánicas de un adobe a tradicional con paja ichu con un adobe hecho a tierra con fibra de cabuya en diferentes proporciones. En donde para la realización de esta investigación se realizaron 125 adobes, de los cuales 95 adobes con dimensiones de 40 cm x 20 cm x 10 cm fueron para la realización del ensayo peso específico, absorción, succión, desgaste por erosión acelerada de Swinburner y resistencia a tracción y para la realización del ensayo de resistencia a compresión se utilizaron 30 adobes con dimensiones de 20 cm x 20 cm x 10 cm. Los porcentajes que se

utilizaron para la elaboración de estos son los siguientes: 0% de fibra de cabuya (0.00gr) +100% de paja 55(gr), 25% fibra de cabuya (13.75gr) + 75% de paja (41.25gr), 50% fibra de cabuya (27.50gr) + 50% de paja de (27.50gr), 75% fibra de cabuya(41.25gr) + 25% de paja (13.75gr) y 100% de fibra de cabuya (55gr) + 0% de paja (0.00 gr) respectivamente. Al final de este estudio los resultados obtenidos muestran que al realizar el remplazo de fibra de cabuya incrementa su resistencia a compresión y tracción en comparativa a un adobe a tradicional obteniendo una resistencia a la compresión de 27.35 kg/cm² y una resistencia a la tracción de 3.90 kg/cm², estos resultados se obtuvieron al remplazar el 100% de fibra de cabuya.

López y Torbisco, 2020, en su tesis *“Aprovechamiento de la fibra de cabuya para el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la mezcla tradicional de adobe en una unidad de albañilería en el distrito de Abancay, departamento de Apurímac”* tuvieron como objetivo aprovechar las fibras de cabuya para mejorar las propiedades mecánicas del adobe en el distrito de Abancay, departamento de Apurímac. Para este estudio se realizaron bloques de adobe tradicional adicionados con fibra de cabuya en porcentajes de 1.5%, 1.75%, 2% y 2,5% respectivamente, en donde al final de la investigación determinaron que el porcentaje del 1.75% de adición de fibra de cabuya aumenta su resistencia a la compresión y flexión en 40% y 12% respecto al adobe patrón hecho tradicional.

Ticona, 2020, en su tesis *“Análisis comparativo entre adobe tradicional y el adobe reforzado con fibras de coco, Huancané, Puno -2019”* tuvo como objetivo evaluar la resistencia a compresión, tracción, flexión y absorción al agua del adobe reforzado con fibra de coco. Para la realización de estudio se dosifico la fibra de coco en porcentajes de 0.5%, 1% y 2% con respecto al peso unitario de la muestra patrón, en donde se elaboró 64 unidades de adobe de los cuales 16 unidades fue diseñado con tierra, agua y paja y 48 unidades se elaboraron con tierra, agua y fibra de coco en las diferentes dosificaciones establecidas. Al

final de la investigación los resultados muestran que al realizar la incorporación de fibra de coco la resistencia a compresión reduce, mientras que la resistencia a flexión y tracción mejora significativamente en comparación a los adobes sin reforzar, los resultados obtenidos con respecto a la resistencia a compresión, flexión y tracción son los siguientes: 14.2 kg/cm², 1.86 kg/cm², y 4.6 kg/cm² (adobe patrón), 13.6 kg/cm², 2.33 kg/cm² y 4.7 kg/cm² (0.5% de fibra de coco); 12.7 kg/cm², 2.67kg/cm² y 4.90 kg/cm² (1% de fibra de coco); 11.3 kg/cm², 3.36 kg/cm² y 5.0 kg/cm² (2% de fibra de coco). Finalmente, también se muestra los bloques de adobes resisten a la prueba de absorción de agua alcanzando resultados de: 22.59% (adobe patrón), 23.01% (0.5% de fibra de coco), 23.84% (1.0% de fibra de coco) y 24.68% (2.0% de fibra de coco).

Rodríguez, 2020, en su investigación titulada *“Influencia de tamaño, porcentaje y tipo de fibra natural en adobes estabilizados sobre la resistencia a compresión, contracción y durabilidad en construcciones rurales, Trujillo 2019”* tuvo como objetivo determinar la influencia de tamaño, porcentaje y tipo de fibra natural en adobes estabilizados sobre la compresión, contracción y durabilidad para brindar un reforzado con fibras naturales como material constructivo. Para la realización de esta investigación se utilizó una dosificación de 25% de suelo fino (arcilla, limo), 75% de arena gruesa y 5% de cal, esta cumple la función de estabilizante, además de ello se reforzo con fibra de cabuya y paja de trigo en porcentajes de 0%, 0.3%, 0.6%, 0.9% y 1.2% en tamaños de 15mm, 30mm y 45mm respectivamente. Los resultados obtenidos al final de la investigación muestran que la dosificación de 1.2% de cabuya de una longitud de 45mm alcanza la resistencia a compresión más alta (35.8 kg/cm²) y la dosificación de 0.3% de paja de trigo de longitud 15 mm alcanza la resistencia a compresión más baja (5.3 kg/cm²). Por otro lado, la fibra de paja de trigo tuvo mejores resultados con respecto a la durabilidad y contracción, en donde la dosificación de 1.2% de longitud de 45mm con respecto a la durabilidad obtuvo una pérdida de masa de 1.37% y con

respecto a la contracción obtuvo una pérdida de volumen 1.22%, y los resultados más desfavorables de durabilidad y contracción se obtuvieron con la dosificación del 0% de fibra natural consiguiendo resultados de 5.77% y 8.46% respectivamente.

Oblitas, 2020, en su investigación titulada *“Estudio comparativo de la resistencia del adobe con incorporación de dos estabilizantes: Bentonita Sódica y Cal, utilizando suelos del distrito de Oyotun – Chiclayo – Lambayeque”* tuvo como objetivo analizar la resistencia a compresión y módulo de rotura del adobe estabilizado con Bentonita Sódica y Cal en diferentes porcentajes (5%, 10% y 15%). Para la realización de este estudio se elaboraron 168 unidades de adobe con maquina “Prensa Hidráulica”. Los resultados obtenidos al final de la investigación muestran que los bloques de adobes elaborados con 15% de Bentonita Sódica alcanzo una resistencia a la compresión de 25.11 kg/cm² y 29.58 kg/cm² respectivamente. Por otro lado, la resistencia a compresión que se obtuvo al incorporar Cal fue menor en el cual se obtuvo valores de 12.12 kg/cm² y 17.06 kg/cm² y con respecto a la resistencia a flexión se obtuvieron valores de 15.32 kg/cm² y 15.63 kg/cm² al incorporar 15% de bentonita sódica y valores de 9.04 kg/cm² y 9.95 kg/cm² al incorporar Cal.

La presente investigación también cuenta con antecedentes locales que resaltan respecto al tema en estudio, en la cual se detalla a continuación.

Cotrina, 2021, en su tesis *“Resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado, adicionando fibra de fique”*, tuvo como objetivo determinar la resistencia a la compresión, flexión y absorción del adobe compactado adicionando fibra de fique. Para la elaboración de este estudio se extrajo el suelo de la cantera Cerrillo (Cajamarca-Perú), se determinó sus propiedades del suelo para elaborar los bloques patrón como los bloques elaborados con adición de fibra de fique en porcentajes de 1%, 1.5%, y 2% respectivamente. Al final de la investigación se muestra que la resistencia a compresión de los bloques de

adobe elaborados con fibra fique en sus porcentajes establecidos alcanzan valores de 81.88 kg/cm², 58.27 kg/cm² y 51.97 kg/cm² haciendo que supere la resistencia a compresión de la muestra patrón (36.90 kg/cm²) así como de la norma técnica de edificaciones E.080 (10.20 kg/cm²). Por otro lado, se muestra resultados de ensayos a flexión de los bloques elaborados con fibra de Fique en sus tres porcentajes de adición teniendo como resultados de 13.25 kg/cm², 16.43 kg/cm² y 22,00 kg/cm², estos valores son mayores a los resultados obtenidos de la muestra patrón (8.90 kg/cm²). Finalmente se muestran resultados de ensayos de absorción de agua de los bloques elaborados con fibra de fique alcanzan valores de 8.80%, 13.80%, y 6.54% respectivamente, siendo estos valores menores a los que indica la norma E.070.

Herrera y Núñez, 2021, en su tesis *“Influencia de la fibra de caña de azúcar, en el incremento de la resistencia a la compresión del adobe, San Ignacio 2021”* tuvieron como objetivo analizar la influencia de la incorporación de fibra de caña de azúcar en el incremento de la resistencia a la compresión del adobe San Ignacio 2021. Para la realización de esta investigación eligieron una población de 12 testigos rectangulares a los cuales se le incorporo fibra de caña en porcentajes de 0%, 5.88% y 11.76% respectivamente. En donde al final de la investigación determinaron que la incorporación mayor de fibra de caña aumenta la resistencia a la compresión en comparación de la muestra patrón (0%). Así mismo muestra que aumenta los resultados principales de esfuerzos a compresión en 16.00 kg/cm², 31.00 kg/cm² y 44.00 kg/cm², estos resultados alcanzados superan la resistencia mínima que establece la norma E-080.

Altamirano, 2019, en su tesis *“Incidencia de fibra vegetal “Paja Ichu” en la resistencia mecánica del adobe en el distrito de Cajamarca”* tuvo como objetivo principal determinar la incidencia de la adición de fibra vegetal ichu en la resistencia mecánica del adobe en el distrito de Cajamarca. Para la realización de los bloques de adobe se utilizó suelo

clasificado como areno limoso extraído de la cantera Cruz Blanca al cual se le adiciono fibra vegetal (paja ichu) en porcentajes de 0% (tipo A), 0.4% (tipo B), 0.80% (tipo C) y 1.20% (tipo D) estas dosificaciones son tomadas respecto al peso seco del suelo. Los resultados obtenidos a la edad de 28 días son favorables ya que la adición de fibra de paja ichu aumenta la resistencia mecánica del adobe y murete en más del 5%; la resistencia a compresión de la unidad alcanza un incremento del 5%, la resistencia a tracción de la unidad alcanza un incremento de 13%, la resistencia a flexión de la unidad incrementa 25%, la resistencia a tracción de mortero incrementa en 30% y finalmente la resistencia a compresión del murete aumenta en 21%; estos resultados son obtenidos de los especímenes de tipo C.

Briones y Estrada, 2018, en su tesis “Compresión axial del adobe compactado con fibras de paja ichu, paja de arroz y paja de trigo” tuvieron como objetivo calcular la resistencia a compresión del adobe compactado con adición de fibras de paja ichu, paja de arroz y paja de trigo. Para realización de estudio, primero se realizaron los ensayos que indica la norma E.080 al suelo extraído de la Cantera “El Choro”, una vez verificado el cumplimiento de los parámetros pasaron a elaborar en la máquina CINVA RAM los bloques de adobe patrón como los bloques con adición de paja ichu, paja de arroz, y paja de trigo con porcentajes de 5%, 10% y 5% respectivamente. Al final del estudio los resultados obtenidos de la resistencia a compresión son los siguientes; el adobe patrón alcanzó una resistencia de 21.03 kg/cm² y al adicionarle paja de arroz en porcentajes del 5%, 10%, 15% se alcanzó resistencias de 24.25 kg/cm², 21.09 kg/cm² y 17.65 kg/cm², de el mismo modo la adición de paja de trigo en los porcentajes de 5%, 10% y 15% alcanzaron una resistencia a la compresión de 25.29%, 23.29 kg/cm² y 21.49 kg/cm² y finalmente al adicionar paja ichu en los porcentajes del 5%, 10% y 15% alcanzaron una resistencia a la compresión de 30.92 kg/cm², 28.07 kg/cm² y 24.7kg/cm² respectivamente, de los resultados obtenidos se verifica que superan el valor mínimo que establece la norma E.080 – 2017, también los

resultados obtenidos muestran que la adición de paja de arroz en porcentajes de 5% y 10% superan la resistencia del adobe patrón en un 15% y 0.30%, así mismo los bloques elaborados con paja de trigo en porcentajes de 5%, 10% y 15% superan la resistencia del adobe patrón en un 20.27%, 10.76% y 2.20%, por otro lado también la adición de paja ichu en porcentajes de 5%, 10% y 15% superan la resistencia con respecto a la muestra patrón en un 47.02%, 33.48% y 17.79% respectivamente.

Soto, 2016, en su tesis *“Resistencia a compresión y flexión del adobe compactado con incorporación de Bentonita Sódica, utilizando suelos de diferentes, Cajamarca 2016”* tuvo como objetivo principal analizar la resistencia a compresión y flexión del adobe compactado, elaborado con maquina CINVA RAM y con incorporación de bentónica sódica. Para la realización de este estudio se clasificaron tres tipos de suelos extraídos de diferentes distritos de la región Cajamarca, además de ello se incorporó diferentes porcentajes (8,12,16%) de Bentonita Sódica para luego ser comparados los resultados de compresión y flexión con un adobe compactado sin incorporación y también verificar los criterios mínimos de la norma E-080. Al final del estudio los resultados obtenidos fueron satisfactorios, ya que la incorporación de la bentonita sódica en los porcentajes de 8%, 10% y 16% en el adobe compactado mejora sus propiedades mecánicas en resistencia a la compresión en más de 20% con respecto al valor encontrado en el adobe patrón y valor mínimo de resistencia a compresión indicado en la norma E-0.80. Asimismo, en la resistencia a flexión los resultados dieron mayor a 10% con respecto a la muestra patrón. En donde la incorporación 16% de bentonita sódica alcanzó el mayor valor de resistencia a la compresión alcanzando un valor de 42.18 kg/cm².

A continuación, se presentan algunos conceptos conceptuales referentes al tema de investigación y que sustentan las variables en estudio.

Adobe: es un espécimen de tierra cruda, que puede estar mezclada con paja o arena gruesa para mejorar su resistencia y durabilidad (NTE. E.080, 2017).

Adobe estabilizado: Se llama adobe estabilizado cuando a los adobes se incorpora otros materiales (asfalto, cemento, cal, etc.) con el fin de mejorar sus propiedades físicas y mecánicas y estabilidad ante la presencia de humedad (Manual de Construcción, 2010).

Suelo: el suelo es una delgada capa sobre sobre la corteza terrestre de material que proviene de la desintegración y/o alteración física y/o química de las rocas, y de los residuos de las actividades de los seres vivos que sobre ellas se asientan (Crespo, 2004).

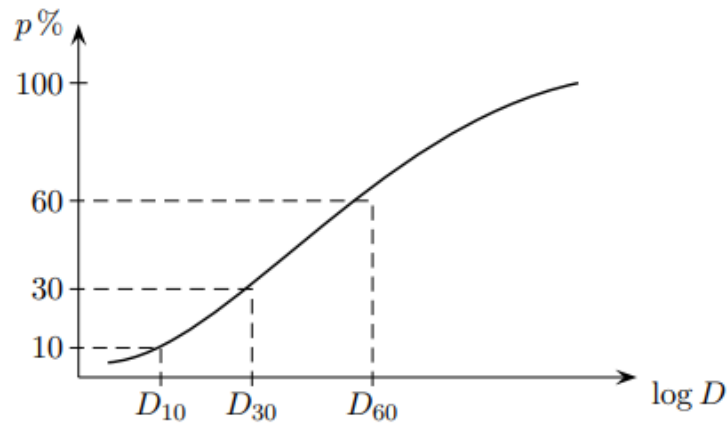
el suelo es roca descompuesta por acción de las diferentes temperaturas, de corriente de agua, de la gravedad, de la erosión por el viento y del ambiente, el cual se ubica en capas de la superficie de la corteza terrestre y puede tener desde cero a cientos metros de profundidad (Sáez, 2010).

Análisis granulométrico: el análisis granulométrico se define como la distribución media del tamaño de partículas de los constituyentes del suelo expresado como porcentaje del peso total del material. Dado que la variación en el peso de las partículas suele ser pequeña, la distribución del tamaño en función del peso o del volumen es prácticamente equivalente. (Sáez, 2010).

La granulometría se representa a través de una curva granulométrica trazada en una escala semi-logarítmica en donde las abscisas representan el diámetro medio de las partículas D y las ordenadas corresponde al porcentaje en peso del material total que posee un diámetro inferior a la de la abscisa correspondiente (porcentaje acumulado pasado en peso)

Figura 1

Curva granulométrica



Fuente: Sáez, 2010.

Si DP corresponde al diámetro de ordenada p%, se define:

- ✓ Tamaño efectivo

$$D_{10}$$

- ✓ Coeficiente de uniformidad o de Hazen:

$$C_U \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

- ✓ Coeficiente de curvatura:

$$C_C \frac{(D_{30})^2}{D_{10} D_{60}}$$

Contenido de humedad: la humedad del suelo o contenido de humedad es la relación entre el peso del agua y el peso de los sólidos en una determinada masa de suelo, expresada como porcentaje (NTP 339.127, 1998).

Límites de consistencia o límites de Atterberg: son utilizados para conocer la plasticidad de un suelo, además también separa el suelo en sus diferentes estados de consistencia.

Límite líquido: es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquidos y plástico. Se designa arbitrariamente como el contenido de humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de 13 mm (1/2 pulg) cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1 cm a razón de dos caídas por segundo (NTP.339.129, 1999).

Límite plástico: es el contenido de humedad, expresado en porcentajes, para el cual el suelo se halla en límite entre los estados plásticos y semisólido. Arbitrariamente se designa como el contenido de humedad más bajo al cual el suelo puede ser rolando en hilos de 3,2 mm sin que se rompa en pedazos (NTP.339.129, 1999).

Índice de plasticidad: es el rango de contenido de humedad sobre el cual un suelo se comporta plásticamente. En otras palabras, es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico (NTP.339.129, 1999).

Clasificación de suelos: hay dos sistemas de clasificación de suelos de uso común para propósitos de ingeniería, tenemos el Sistema Unificado de Clasificación del suelo (SUCS o USCS), este sistema es utilizado en casi todos los trabajos de ingeniería geotécnica; por otro lado, también contamos con el sistema de clasificación AASHTO que es usado para la construcción de carreteras y terraplenes. Ambos sistemas utilizan los resultados de análisis granulométrico y determinación de los límites de Atterberg (LL, LP, IP).

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) (United Soil Classification System): este método de ensayo describe un sistema para la clasificación de suelos minerales

y orgánicos minerales con propósitos de ingeniería, basado en la determinación de sus características granulométricas, límite líquido e índice de plasticidad, el cual debe de utilizarse cuando se requiera una clasificación precisa. Este método también cuenta con símbolos, en donde el primer símbolo deberá ser el principal, los símbolos de límites bordes son útiles cuando el valor del límite líquido de suelos arcillosos está cerca de 50%. Estos pueden tener características expansivas y la utilización de un símbolo de línea de borde. Esta porción del símbolo de grupo de este sistema se basa en ensayos de laboratorio realizados en la porción de una muestra de suelo que pasa la malla 3 pulg y está limitado a suelos naturales (NTP 339.134, 1999).

Arcilla de bentonita: Es consideradas como suelos arcillosos altamente plásticos y altamente expansivos, son determinados como sólidos formados por laminas moleculares constituidas por arreglos tetraédricos de sílice y octaédricos de alúmina unidos covalentemente en relación Si:Al (2:1), esto origina que su superficie sea una polianiónica.

Por otro lado, la bentonita generalmente se encuentra clasificada dependiendo de su ión intercambiable, ya sea por su contenido de sodio (Na) o por su contenido de calcio (Ca). Esta arcilla es valorada por sus propiedades de adsorción, que proviene a partir de una alta área superficial, capacidad de hinchamiento y capacidad de intercambio catiónico (Largo y Villamarín, 2013).

Propiedades Físico-Química de la Bentonita.

- **Área superficial:** es el área de superficie externa, más el área de la superficie interna de las partículas constituyentes por unidad de masa expresada en m^2/g , esta presenta en estado seco una superficie específica de 25 a 50 m^2/g , mientras que en suspensión acuosa este valor se eleva a 300 m^2/g , y para las bentonitas cálcicas de 200 a 250 m^2/g

- Capacidad de hinchamiento: depende del tipo de bentonita, la diferencia entre el tipo de bentonita sódica y cálcica se debe a la fuerza de tracción de los cationes entre las capas. La fuerza de atracción del catión calcio es más fuerte lo que conlleva a una reducción de la cantidad de agua que puede ser absorbida, mientras que la fuerza de atracción del catión sodio es más pequeña por lo que permite una mayor capacidad de retención de agua.
- Capacidad de adsorción: está directamente relacionada con las características textuales, este puede ser por procesos físicos como la retención por capilaridad o por procesos químicos entre el absorbente.
- Plasticidad: las arcillas y particularmente la bentonita son destacadamente plásticas. Admitiendo que la bentonita es 20 a 40 veces mayor la cantidad de material arcilloso en referencia a las arcillas plásticas usuales.

Resistencia a compresión: es la aplicación de una carga perpendicular a la superficie del asiento, y se determina dividiendo entre la carga de rotura (P_u) entre el área bruta (A) de la unidad.

Resistencia a la flexión: la resistencia a la flexión en los materiales está regida por una serie de comportamientos físicos y mecánicos de estos, así como de su morfología, por lo que para comprender este fenómeno se describe a continuación su naturaleza. En ingeniería se denomina flexión al tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal (Soto E, 2016).

La presente investigación busca obtener información sobre la influencia del remplazo de arcilla de bentonita, en los bloques de adobe tradicional reforzados con fibra de penca azul, evaluando si la incorporación de estos insumos mejora la resistencia a compresión y flexión del producto.

1.2. Formulación del problema

¿cuál es la resistencia a compresión y flexión del adobe tradicional con sustitución de arcilla de bentonita y reforzado con fibra de penca azul, Cajamarca 2023?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general:

- Determinar la resistencia a compresión y flexión del adobe tradicional con sustitución de arcilla de bentonita y reforzado con fibra de Penca Azul, Cajamarca 2023.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Determinar las propiedades del suelo apto para la elaboración de adobes tradicionales extraído de la cantera Cruz Blanca, Cajamarca.
- Elaborar adobes tradicionales patrones de acuerdo a las indicaciones de la norma E-080-2017.
- Elaborar adobes tradicionales con sustitución del 5%,10% y 15% de arcilla de bentonita reforzados con fibra de Penca Azul.
- Determinar la resistencia a compresión y flexión del adobe patrón, y adobes con sustitución del 5%, 10% y 15% de arcilla de bentonita reforzados con fibra Peca Azul.
- Comparar con la muestra patrón y con la norma E.080 los resultados obtenidos de los ensayos a compresión y flexión de los bloques de adobe tradicional sustituidos con el 5%, 10% y 15% de arcilla de bentonita reforzados con fibra de penca Azul.

1.4. Hipótesis

La sustitución de arcilla de bentonita en porcentajes de 5%, 10% y 15% aumentan la resistencia a compresión y flexión en los bloques de adobe tradicional reforzados con fibras de peca azul hasta un 10%.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación.

Esta investigación tiene un enfoque Cuantitativo ya que presenta, un conjunto de procesos, secuenciales y probatorios. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar” o eludir pasos, se derivan en objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas que establece la hipótesis, determinar variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extraen una serie de conclusiones (Hernández, et. al, 2014).

El diseño de esta investigación es experimental puesto que sus variables independientes son manipuladas para lograr los resultados esperados, teniendo en cuenta el control de otras variables independientes que no son de interés de evaluar su efecto (Hernández, et. al, 2014).

Es experimental y puro ya que se sigue una secuencia de actividades, en la cual se busca determinar el efecto de aquellas variables manipuladas (variables independientes) en las variables dependientes (Hernández, et. al, 2014).

2.2. Población y muestra

Para este estudio la población es igual a la muestra. Por ende, la cantidad de adobes que se elaboraron es de 64 especímenes, siguiendo las especificaciones establecidas en la norma E-080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada, 2017.

Según la norma E-080 Diseño y Construcción de Tierra Reforzada, 2017, indica los criterios de resistencia a compresión de especímenes de adobe, el cual establece que por cada dosificación se debe realizar como mínimo 6 especímenes, considerando que las dosificaciones que se van a ensayar son del 5%, 10% y 15% y muestra patrón, por ello la

cantidad de adobes que se elaborarán para este ensayo es de 32 especímenes de 30 cm de largo, 15 de ancho y 10 cm de altura, teniendo un total de 8 unidades por cada dosificación.

Por otro lado, para los ensayos a flexión del adobe se está tomando en cuenta la muestra para los ensayos a compresión, el cual indica que se deben elaborar 8 especímenes de adobe en las diferentes dosificaciones del 5%, 10% y 15% más muestra patrón, teniendo un total de 32 unidades de adobe de las mismas dimensiones especificadas.

Tabla 1

Cantidades de adobe para los ensayos de compresión y flexión de la unidad de adobe tradicional

ENSAYO	PATRÓN	5%	10%	15%	PARCIAL
Compresión	8	8	8	8	32
Flexión	8	8	8	8	32
Total	16	16	16	16	64

Fuente: Elaboración propia

2.2.1. Obtención de la muestra.

La obtención del suelo arcilloso se obtuvo mediante una excavación manual, seguidamente se realizó el cuarteo del material in situ y se colocó en bolsos plásticos para no alterar sus propiedades y finalmente sea traslado al laboratorio de suelos de la Universidad Privada del Norte Cajamarca para realizar ensayos correspondientes.

2.2.2 Ubicación de la cantera.

La ruta de acceso a la cantera Cruz Blanca se encuentra pavimentada permitiendo un acceso al lugar ya sea en movilidad particular o también se puede hacer mediante transporte público.

Datos de la Cantera:

- Caserío: Cruz Blanca
- Distrito: Cajamarca
- Provincia: Cajamarca
- Región: Cajamarca

Coordenadas UTM

- Este: 774933.24 m
- Norte: 92004548.76 m

Accesos:

Tabla 2

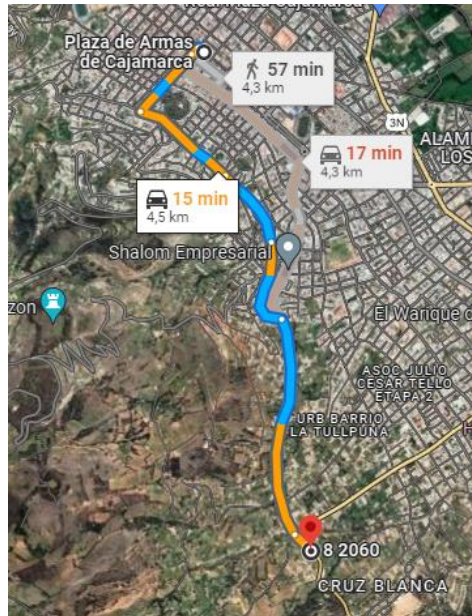
Accesos, indicaciones y tiempos de la cantera Cruz Blanca.

Origen- Destino	Indicaciones	transporte	Tiempo
Plaza de Armas – Cruz Blanca	-Nos dirigimos por el Jr. Cruz de piedra, Jr. Junín, Jr. Silva Santisteban, Av. Independencia y luego continuamos con dirección a la salida de la Costa.	Vehículo	17 minutos
Ovalo Musical – Cruz Blanca	-Nos dirigimos por la Av. Atahualpa, Av. San Martín, Jr. Bolognesi, Jr. Alfonso Ugarte, Jr. Antenor Orrego, Avenida Independencia y continuamos con dirección a la salida de la Costa.	Vehículo	14 minutos

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Figura 2

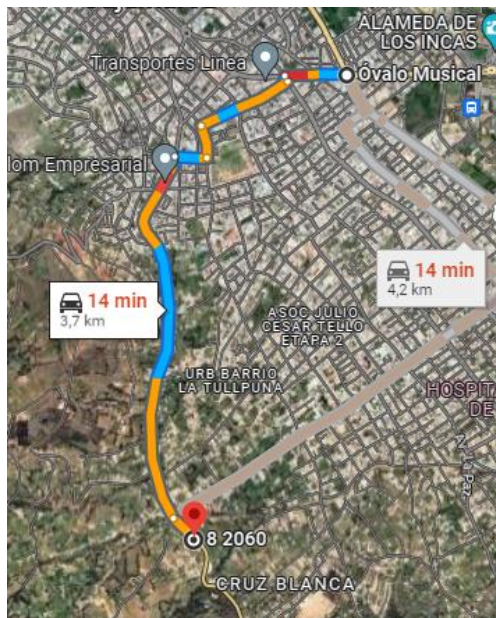
Acceso N° 1 a la cantera Cruz Blanca



Fuente: Google maps (s.f.), 2023.

Figura 3

Acceso N° 2 a la cantera Cruz Blanca



Fuente: Google maps (s.f.), 2023.

2.3. Variables.

Tabla 3

Operacionalización de variables

Variable	Dimensionamiento	Indicadores	Técnicas	Instrumento
Independiente				
-Porcentaje de arcilla de bentonita	-Propiedades Físicas y mecánicas	-Contenido de Humedad. -Densidad y Peso Específico	-NTP 339.127 -NTP 339.131 -Fichas técnicas	-Protocolos del laboratorio de la Universidad Privada del Norte
-Constituyentes del adobe	-Propiedades físicas y mecánicas	Suelo -Contenido de humedad. -Análisis granulométrico. -Peso Específico. -Límites de Plasticidad. -Clasificación de suelos.	-NTP 339.127 -NTP 339.141 -NTP 339.131 -ASTM D4318 -NTP 339.134	-Protocolos del laboratorio de la Universidad Privada del Norte Cajamarca.
Dependientes				
-Adobes patrón.	-Constituyentes del adobe	-Suelo clasificado -Paja ichu -Agua	-E 080-2017	-Tablas y Anexos de la norma E-080.

-Adobes mejorados	-Porcentajes de Arcillas de Bentonita	-5%, 10% y 15% de arcilla de bentonita reforzados con fibra de penca azul.	-E 2017	080-	-Tablas y Anexos de la norma E-080.
-Caracterización del adobe tradicional	-Propiedades físicas y mecánicas	-Resistencia a flexión y compresión	-E 2017	080-	-Tablas y Anexos de la norma E-080.

Fuente: Elaboración propia, 2023.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.

La técnica de recolección de datos para este estudio es la observación de cada uno de los ensayos de la arcilla de bentonita, constituyentes del adobe, adobes tradicionales fabricados y la resistencia a compresión y flexión de los adobes patrón y sustituidos con arcilla de bentonita reforzados con fibra de penca azul.

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos son los protocolos, guías, instrumentos y formatos elaborados y validados por el personal técnico del laboratorio de suelos y concreto de la Universidad Privada del Norte, Cajamarca.

Figura 4

Protocolo de recolección de datos validado por el personal técnico del laboratorio de suelos y concreto de la Universidad Privada del Norte-Cajamarca.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROCOLO			
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE	
	NORMA:		
	TESIS:		
	ID. DEL ADOBE		CONSISTENCIA
FECHA DE ELABORACIÓN:		ÁREA (cm ²):	
FECHA DE ENSAYO:		RESPONSABLE:	
EDAD DEL ADOBE		REVISADO POR:	

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	500			
2	1000			
3	1500			
4	2000			
5	2500			
6	3000			
7	3500			
8	4000			
9	4500			
10	5000			
11	5500			
12	5834			

Datos de muestra:	
Muestra:	
Long. (cm):	
Ancho (cm):	
Alto (cm):	
Area (cm ²):	

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

Tabla 4

Técnicas de recolección de datos de la variable independiente.

VARIABLE INDEPENDIENTE	FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTOS
Porcentaje de sustitución de arcilla de bentonita	Ensayos en laboratorio e investigaciones realizadas	Observación directa mediante protocolos previamente establecidos por el laboratorio de suelos y concreto de la Universidad Privada del Norte.	Protocolos y hojas de cálculo en Excel

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 5

Técnicas de recolección de datos de la variable dependiente

VARIABLE DEPENDIENTE	FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTOS
Resistencia a la compresión y flexión de los especímenes de adobes tradicionales	Experimentos, pruebas en el laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte -Cajamarca	Observación directa	Protocolos y hojas de cálculo en Excel

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Con los instrumentos de recolección de datos y formatos de la Universidad Privada del Norte se analizarán los datos en laboratorio, los cuales nos permiten comparar los parámetros obtenidos con los valores de diseño indicados y así mismo permite establecer las viabilidades del uso de arcilla de bentonita y fibra de penca azul en la elaboración de adobes tradicionales, dando respuesta al planteamiento del problema de investigación. Los resultados de laboratorio después de trabajar en hojas de cálculo “Excel” se procederá a analizar los resultados tomando valores promedios de los parámetros analizados.

Por otro lado, es preciso mencionar que esta investigación está alineada a parámetros éticos, en donde para la elaboración del marco teórico se ha citado fuentes confiables de artículos científicos publicados en revistas indexadas y tesis de repositorios de universidades nacionales y extranjeras. Además, todos los ensayos fueron realizados en el laboratorio de la Universidad privada del Norte el cual está debidamente acreditado y cuenta con certificados y calibración de todos los equipos. Los protocolos a utilizar son actualizados y fueron visados por el responsable competente.

2.5. Procesamiento:

Para la realización de la presente investigación primero se extrajo el material de la cantera Cruz Blanca, este fue trasladado al laboratorio de suelos de la Universidad Privada del Norte-Cajamarca para realizar ensayos de las propiedades físicas del material tales como: contenido de humedad, granulometría, límites de Atterberg y peso específico; la arcilla de bentonita se obtuvo en el centro comercial SODIMAC-Cajamarca y de la misma forma se llevó al laboratorio para realizar ensayos de contenido de húmeda y peso específico. Por otro lado, para obtener la fibra de Penca Azul, primeramente se extrae la hoja de la Penca Azul, seguidamente se procede a chancar la penca con ayuda de un mazo, una vez chancada se colocó en bolsos plásticos para sumergir al agua por un periodo de 20 días, pasado este tiempo se saca del agua y se procede a sacar la fibra, una vez terminado de sacar la fibra se

procede a lavar con bastante agua hasta quedar de un color blanquecino y finalmente se deja secar por un tiempo de 10 días.

Contenido de Humedad.

Para determinar el contenido se tuvo en cuenta las siguientes normas MTC E 108, ASTM D2216 y NTP 339.127, el contenido de humedad se define como la cantidad de agua que hay en la muestra suelo y también como la relación del peso del agua que hay en la muestra y el peso de la fase sólida. Generalmente se expresa en porcentajes.

Ecuación 1. Determinación del contenido de humedad

$$(W\%) = \frac{WH-WS}{WS} \times 100$$

Donde:

W(%)= es el contenido de humedad

Ws = Peso de los sólidos o peso de la muestra seca (gr).

WH= Peso de la muestra húmeda (gr)

Material

- Muestra extraída de la cantera en estudio.

Equipo

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Estufa con control de temperatura.
- Recipiente o tara.

Procedimiento.

- Identificación de la tara o recipiente(A)
- Pesar el recipiente o tara.
- Pesar la muestra húmeda en el recipiente o tara identificada.

- Secar la muestra en la estufa por un tiempo de 24 horas a 105°C.
- Pesar la muestra seca.
- Determinar el peso del agua (E) = C-B
- Determinar el peso del suelo seco (F) = D-B
- Determinar el contenido de humedad (G) = (E/F)*100
- Determinar el promedio de contenido de humedad (h)

En laboratorio.

Para realizar el ensayo primeramente se tomó cuatro muestras de suelo húmedo y tres muestras de arcilla de bentonita, se les peso en sus respectivas taras identificadas para posterior mente ser colocadas en horno, pasado el tiempo de 24 horas se les retiro del horno y se procedió a pesar nuevamente a cada muestra seca, para que finalmente se procese los datos en gabinete.

➤ **Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado.**

Este ensayo consiste en lavar la muestra del suelo con agua para que ayude separar el material más fino que la malla N° 200, el material que queda retenido se procede a secar en el horno y posterior mente se procede a pasar por una serie de tamices ordenados de mayor a menor con la finalidad de determinar los tamaños del suelo.

Material

- Muestra seca aproximadamente 500 gr.

Equipo

- Juego de tamices.
- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Estufa con control de temperatura.
- Taras.

Procedimiento.

- Secar la muestra.
- Pesar la muestra seca.
- Colocar la muestra en un recipiente, cubrir con agua y dejar reposar por un tiempo de 2 horas.
- Lavar la muestra en la malla N° 200 mediante chorro de agua.
- La muestra retenida en la malla N° 200 se retira en un recipiente y se deja secar en el horno por 24 horas.
- Pasar la muestra por el juego de tamices, agitando de forma manual o mediante tamizador.
- Determinar los porcentajes retenidos de cada tamiz (%RP)

Ecuación 2. Determinación porcentajes de pesos retenidos.

$$(\%RP) = \frac{PRP}{Wt} * 100$$

- Determinar los porcentajes de los pesos retenidos acumulados en cada tamiz %RA, para lo cual se sumará en forma progresiva los %RP, es decir.

$$\%RA1 = \%RP1$$

$$\%RA2 = \%RP1 + \%RP2$$

$$\%RA3 = \%RP1 + \%RP2 + \%RP3, \text{ etc.}$$

- Determinar los porcentajes acumulados que pasan por cada tamiz.

Ecuación 3. Determinación porcentajes que pasa en cada tamiz.

$$\%que\ pasa = 100\% - \%R.A$$

- Dibujar la curva granulométrica en escala semilogarítmica, en el eje de las abscisas se registra la abertura de las mallas en milímetros y en el eje de ordenadas se registra los porcentajes acumulados que pasan las mallas utilizadas.

-

En laboratorio.

Para el trabajo en laboratorio en primer lugar se pesó una cantidad de 500 gr de material seco el cual fue lavado en la malla N° 200 y posteriormente se secó en el horno por un tiempo de 24 horas, luego se pasó por el juego de tamices (N° 4, N° 10, N° 20, N° 30, N° 40, N° 60, N° 100 y N° 200) para que finalmente se pueda obtener el porcentaje retenido de cada tamiz.

➤ **Límites de Atterberg o límites de consistencia**

La norma técnica peruana (NTP-339.129, 1999) menciona que Albert Attemberg en un principio definió seis límites de consistencia de suelos de grano fino que son: límite superior de flujo viscoso, límite líquido, límite de pegajosidad, límite de cohesión, límite plástico y límite de contracción. En ingeniería el límite líquido y límite plástico son utilizados frecuentemente.

Límite líquido (LL) es el contenido de humedad expresado en humedad para la cual el suelo se halla en el límite de estados líquidos y plásticos. Este se designa como el contenido de humedad al cual el surco separado en dos mitades de la pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo a una distancia de aproximada de 13 mm cuando se deja caer la copa 25 veces a una altura de 1 cm a razón de dos caídas por segundo.

Material

- Suelo seco que pasa por la malla N° 40.

Equipos

- Malla N° 40.
- Copa de Casa Grande.
- Ranurador o acanalador.
- Balanza con aproximación de 0.01 gr.

- Estufa con control de temperatura.
- Espátula.
- Probeta de 100 ml.
- Capsula de porcelana.
- Taras previamente identificadas.

Procedimiento:

- En una capsula de porcelano mezclas la muestra suelo con agua con ayuda de una espátula hasta lograr obtener una pasta homogénea.
- En la copa de Casagrande colocar una porción de la pasta homogénea y seguidamente nivelar con la espátula hasta lograr obtener un espesor de aproximadamente 1cm.
- hacer una ranura en el centro con el acanalador de tal forma que la muestra quede dividida en dos partes.
- Mediante la manivela de la copa de Casagrande elevar y dejar caer a razón de dos caídas por segundo hasta que las dos mitades de la pasta se pueden unir en la parte inferior de la ranura a lo largo de 1.30 cm, registrar el número de golpes.
- Con la ayuda de la espátula retirar la porción de la pasta que se ha puesto en contacto en la parte inferior de la ranura y colocar en una tara y llevar al horno para poder determinar su contenido de humedad.
- Retirar el suelo de copa de Casagrande y poner en capsula de porcelana.
- Agregar agua si el número de golpes del ensayo anterior es alto o agregar suelo si el número de golpes es bajo.
- Repetir el ensayo mínimo 2 veces más.

- En una escala semilogarítmica que registra en el eje de las abscisas el número de golpes en escala logarítmica y en el eje de ordenadas los contenidos de humedad en escala natural, dibujar la curva de fluidez (recta).
- Finalmente encontrar la ordenada correspondiente a 25 golpes en la curva de fluidez, el valor obtenido será el límite líquido del suelo.

Límite Plástico (LP). Es el contenido de humedad expresado en porcentajes, para el cual el suelo se encuentra entre el límite de estado plástico y semisólidos, el cual nos permite rolar el suelo en hilos de 3.2 mm (1/8 pulgadas) sin que se rompa en pedazos (NTP 339.129, 1999).

Material.

- Una porción de la pasta o muestra del suelo preparada para el límite líquido.

Equipo.

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Estufa con control de temperatura.
- Espátula.
- Capsula de porcelana.
- Placa de vidrio.
- Taras previamente identificadas.

Procedimiento.

Se procede a presionar y enrollar alternadamente un hilo de 3.2 mm (1/4 pulgada) una porción de suelo plástico hasta que su contenido de humedad se reduzca y el punto del hilo se quiebre y no puede ser más presionado.

Se corta el hilo obtenido en medidas de 3 cm se coloca a la tara previamente identificada, se procede a pesar la tara más la muestra de hilos seleccionadas, para ser llevadas al horno por un tiempo de 24 horas.

El contenido de humedad del suelo este punto se reporta como límite plástico.

Índice de Plasticidad.

Es el rango de contenido de humedad sobre el cual el suelo se comporta plásticamente. Numéricamente es la diferencia entre límite líquido y límite plástico (NTP 339.129, 1999)

Ecuación 4. Determinación del índice de plasticidad.

$$IP = LL - LP$$

Donde:

- IP. = Índice de Plasticidad.
- LL = Límite Líquido.
- LP = Límite Plástico.

➤ **Diseño experimental.**

Una vez realizado la clasificación de suelos y verificando el cumplimiento de la norma se realizó el diseño de mezclas, utilizando los ensayos previos realizados.

Fabricación de adobes.

Para la elaboración de estos materiales primeramente se determinó las cantidades necesarias de los constituyentes del adobe patrón como de los adobes con sustitución de arcilla de bentonita reforzados con fibra de penca azul, estas cantidades fueron determinadas a través del método volumétrico, es decir se obtuvo el volumen del molde (adobera de 15 x 30 x 10 cm) y a este volumen se lo agregó un desperdicio 5% para poder determinar las cantidades necesarias para la fabricación de los especímenes de adobes. Las medidas se realizaron en función de un volumen de un recipiente (balde) de 4 litros.

Tabla 6

Volumen de material para un espécimen de adobe

Ancho (m)	Largo (m)	Altura (m)	Volumen (m ³)
0.15	0.30	0.10	0.0045

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 7

Cantidades de materiales para 8 especímenes de adobes en función de baldes de 4 litros.

Porcentajes	0%	5%	10%	15%
Suelo	8.5	8	7.6	7.1
Arcilla de bentonita	0	0.5	0.9	1.4
Paja ichu/fibra de penca azul (10%)	0.9	0.9	0.9	0.9

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Después de haber determinado las cantidades se procedió a preparar la mezcla. Esta se realizó en la cantera Cruz Blanca, para ello se midió las cantidades que se indica en la Tabla 7 tanto para el adobe patrón como para los adobes sustituidos 5%, 10% y 15% de arcilla de bentonita, seguidamente se agregó agua y se procedió a batir el suelo junto con los demás constituyentes del adobe hasta lograr que la masa este mezclada uniformemente y tenga una consistencia plástica. Este procedimiento se realizó para cada dosificación.

Figura 5

Preparación de la masa para los adobes tradicionales.



Una vez preparada la mezcla, se adecuó un espacio tratando que este quede uniforme y plano para proceder a amoldar los adobes, para empezar con la fabricación se sumergió la adobera en agua por un tiempo de 2 horas para evitar que la masa se adhiera a ella, seguidamente se procedió a colocar la masa dentro de la adobera en dos capas, entre las cuales se ejerció presión con el puño de la mano, esto se realizó para lograr que la masa se distribuya uniformemente, en la segunda capa se enrasó con la palma de la mano hasta lograr que la masa quede a la misma altura de la adobera. Finalmente se procede a retirar la adobera del bloque.

Figura 6

Fabricación de adobes tradicionales.



Se protegió los bloques de adobe de vientos y lluvias en un lugar techado con plástico para asegurar el secado durante 28 días, pasado el tiempo se llevó al laboratorio de Concreto de la Universidad Privada del Norte para realizar las pruebas de resistencia a compresión y flexión

Figura 7

Adobes tradicionales listos para el secado.



➤ **Evaluación de las propiedades mecánicas de los adobes.**

Ensayo a Compresión.

Este ensayo se realizó en la máquina de prueba hidráulica (máquina para ensayos de compresión), se coloca la muestra del adobe y se sometió a una carga, se toma lecturas del dial de deformación de (0.01 mm/división) en valores de carga de cada 50 hasta llegar a la carga de rotura total del espécimen.

Ecuación 5. Resistencia a compresión.

$$fb = \frac{PU}{A}$$

Donde:

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

Pu = Carga ultima (kg)

$A = \text{Área sobre la que se aplica la carga última (cm}^2\text{)}$

Figura 8

Realización del ensayo de resistencia a compresión.



Ensayo a Flexión.

Para la prueba a flexión, el espécimen de prueba se sostuvo en una posición plana sobre un claro de 20 y 22 centímetros y se aplicó una carga en el centro del claro, esta carga se aplicó sobre la cara superior del espécimen.

Los apoyos del espécimen de prueba deberán tener libertad de rotación tanto en dirección longitudinal como transversal y deberán estar ajustados de tal manera que no ejerza fuerza alguna en ninguna de las direcciones mencionadas. La dirección en que se aplica la carga deberá ser perpendicular a la superficie cargada del espécimen.

Este ensayo se realizó en el laboratorio de concreto la Universidad privada del Norte en la máquina para ensayos de compresión.

Ecuación 6. Resistencia a flexión

$$f'b = \frac{3 * Pu * L}{2 * b * t^2}$$

Donde:

$f'b$ = Resistencia de flexión (Kg/cm²)

Pu = Carga de rotura (kg)

L = Luz entre ejes de apoyos (cm)

b = Ancho de la unidad

t = Altura (cm)

Figura 9

Realización del ensayo de resistencia a flexión



CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Obtención de las características físicas del suelo

3.1.1. Contenido de humedad.

Tabla 8

Contenido de humedad promedio del suelo.

W (%) promedio	5.51
----------------	------

Fuente: Elaboración propia, 2023

Tabla 9

Contenido de humedad promedio de la arcilla de bentonita.

W (%) promedio	11.83
----------------	-------

Fuente: Elaboración propia, 2023.

3.1.2. Límites de consistencia.

Tabla 10

Determinación de Límite Líquido, Límite plástico y Índice de Plasticidad.

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
28.40 %	16.29 %	12.11 %

Fuente: Elaboración propia, 2023.

3.1.3 Análisis granulométrico.

Tabla 11

Análisis granulométrico del suelo mediante tamizado por lavado.

Tamiz	Abertura	P. retenido (gr)	%RP	%RA	% que pasa
Nº 4	4.76	68.02	13.60	13.60	86.40
Nº 200	0.074	31.63	46.17	46.17	83.83
Perdida	Lavado	269.16	53.83	100	0.00

Fuente: Elaboración propia, 2023.

3.1.4. Peso específico.

Tabla 12

Determinación del peso específico del suelo.

Promedio del peso específico “Ys”	2.60 gr/cm ³
-----------------------------------	-------------------------

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 13

Determinación del peso específico de la arcilla de bentonita.

Promedio del peso específico “Ys”	2.66 gr/cm ³
-----------------------------------	-------------------------

Fuente: Elaboración propia, 2023.

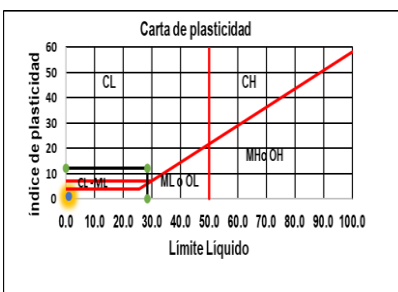
3.1.5. Clasificación de suelo.

Con los resultados que se obtuvieron en los ensayos de granulometría y límites de atterberg se procedió a clasificar el suelo según el sistema SUCS en la carta plasticidad, los resultados obtenidos son los siguientes.

Más del 50% pasa la malla N° 200 por lo tanto es considerado como un suelo de grano fino, los valores obtenidos del límite líquido e índice de plasticidad se llevan a la carta de plasticidad y se obtiene un suelo de tipo CL, que según la clasificación SUCS este suelo puede ser, arcillas inorgánicas de baja plasticidad a media, arcillas con grava, arcillas arenosas o arcillas limosas.

Figura 10

Sistema de clasificación de suelos unificado "SUCS"

DIVISIONES PRINCIPALES		SÍMBOLOS DEL GRUPO	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO		
SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla N° 04	GRAVAS LIMPIAS (Sin o con pocos finos)	GW Gravas, bien graduadas, mezclas grava - arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentajes de grava y arena en la curva granulométrica según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz N° 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: < 5% - >GW,GC,SM,SP > 12% - GM,GC,SM,SC 5 AL 12% - > casos límites que requieren usar doble símbolo	Cu = D60 / D10 > 4 Cc = (D30) ² /D10*D60 entre 1 y 3	
			GP Gravas mal graduadas, mezclas grava - arena, pocos finos o sin finos.		No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW	
		GRAVAS CON FINOS (Apreciable cantidad de finos)	GM Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo		Límites de atterberg debajo de la línea A o IP < 4	Encima de la línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo
			GC Gravas arcillosas, mezclas grava-arena- arcilla		Límites de atterberg debajo de la línea A con IP > 7	
Más de la mitad del material retenido en tamiz N° 200	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz N° 04	ARENAS LIMPIAS (Pocos o sin finos)	SW Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		Cu = D60 / D10 > 6 Cc = (D30) ² /D10*D60 entre 1 y 3	
			SP Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		Cuando no se cumplen simultaneidad las condiciones para SW	
		ARENAS CON FINOS (Apreciable cantidad de finos)	SM Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		Límites de atterberg debajo de la línea A o IP < 4	Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que presisan de doble símbolo.
			SC Arenas arcillosas, mezclas arena - arcilla		Límites de atterberg sobre la línea A con IP > 7	
SUELOS DE GRANO FINO Más de la mitad del material pasa por el tamiz N° 200	LIMOS Y ARCILLAS LÍMITE LÍQUIDO < 50	ML Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas limosas o arcillosa, o limos arcillos con ligera plasticidad				
		CL Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas				
	OL Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad					
	LIMOS Y ARCILLAS LÍMITE LÍQUIDO > 50	MH Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica, limos elásticos				
		CH Arcillas inorgánicas de plasticidad alta				
	OH Arcillas orgánicas de plasticidad media elevada, limos orgánicos					
SUELOS MUY ORGÁNICOS		PT Turba y otros suelos de alto contenido orgánico				

3.1.6. Ensayos a Compresión

Tabla 14

Resistencia a compresión de los bloques de adobe tradicional muestra patrón.

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
PC-1	3710.00	6.40	9.20	0.652
PC-2	4110.00	6.55	10.21	0.672
PC-3	4980.00	6.05	12.15	0.647
PC-4	6095.00	4.15	15.10	0.442
PC-5	6146.00	6.25	15.54	0.672
PC-6	5840.00	6.12	14.51	0.642
PC-7	5895.00	6.55	14.56	0.702
PC-8	6050.00	6.05	15.08	0.642

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 15

Resistencia a compresión de los bloques de adobe tradicional con remplazo del 5% arcilla de bentonita y reforzados con fibra de peca azul.

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
M5%-1	4373.00	5.05	10.80	0.506
M5%-2	5864.00	5.55	14.14	0.585
M5%-3	5183.00	5.45	12.97	0.568
M5%-4	6095.00	5.99	15.03	0.625
M5%-5	5755.00	5.75	14.22	0.596
M5%-6	3909.00	5.81	9.96	0.618
M5%-7	5839.00	5.75	14.28	0.626
M5%-8	6005.00	5.15	14.55	0.565

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 16

Resistencia a compresión de los bloques de adobe tradicional con remplazo del 10% arcilla de bentonita y reforzados con fibra de peca azul.

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
M10% -1	5834.00	5.01	14.46	0.530
M10%-2	5943.00	4.89	14.66	0.515
M10% -3	6105.00	4.60	15.17	0.482
M10%-4	5960.00	3.45	14.78	0.390
M10% -5	6005.00	3.91	14.79	0.420
M10%-6	5855.00	4.29	14.74	0.470
M10% -7	5855.00	4.75	14.28	0.503
M10%-8	6081.00	4.75	15.08	0.509

Fuente: Elaboración propia, 2023

Tabla 17

Resistencia a compresión de los bloques de adobe tradicional con remplazo del 15% arcilla de bentonita y reforzados con fibra de peca azul.

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
M15%-1	6831.00	6.44	16.91	0.678
M15%-2	6731.00	6.82	16.83	0.754
M15%-3	5413.00	5.91	13.32	0.619
M15%-4	7055.00	6.75	17.02	0.723
M15%-5	6825.00	6.85	16.80	0.719
M15%-6	6079.00	7.05	14.68	0.727
M15%-7	5924.00	5.85	14.65	0.632
M15%-8	6680.00	6.90	16.37	0.767

Fuente: Elaboración propia , 2023.

Tabla 18

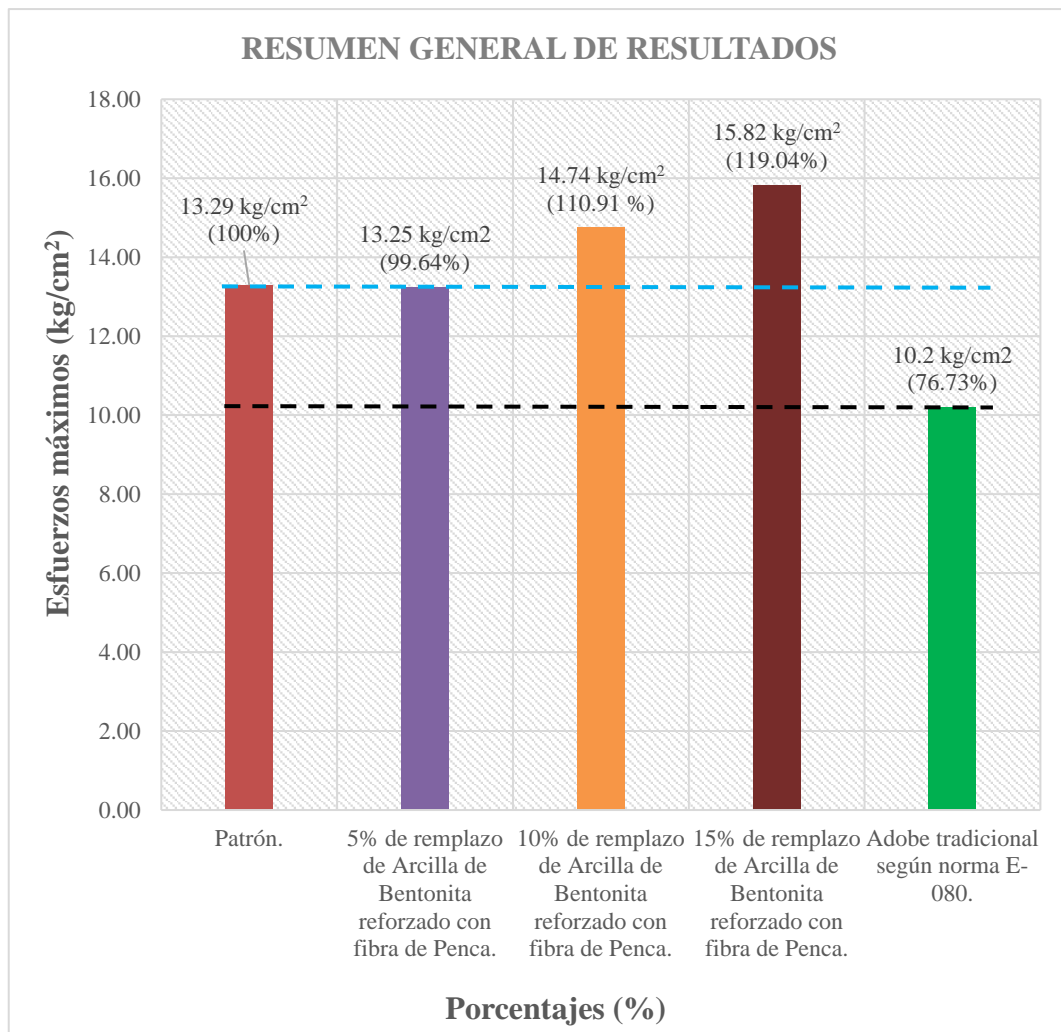
Resumen general de los bloques de adobe tradicional sometidos al ensayo de compresión.

Descripción	Esfuerzo (Kg/cm²)
Adobe tradicional muestra patrón	13.29
Adobe tradicional con remplazo del 5% de arcilla de bentonita reforzados con fibra de penca azul	13.25
Adobe tradicional con remplazo del 10% de arcilla de bentonita reforzados con Fibra de Penca Azul	14.74
Adobe tradicional con remplazo del 15% de arcilla de bentonita reforzados con Fibra de Penca Azul	15.82
Adobe tradicional según la norma E-080	10.20

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Figura 11

Resumen general de los resultados sometidos al ensayo de resistencia a compresión.



3.1.6. Ensayos a flexión

Tabla 19

Resistencia a flexión de los bloques de adobe tradicional muestra patrón.

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
P F-1	726	3.35	27.90	0.375
P F-2	804	3.85	30.73	0.434
P F-3	742	3.75	24.47	0.395
P F-4	863	3.05	28.87	0.323
P F-5	709	2.45	25.82	0.270
P F-6	699	3.55	23.81	0.378
P F-7	608	2.25	20.76	0.238
P F-8	833	3.32	30.45	0.366

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 20

Resistencia a flexión de los bloques de adobe tradicional con remplazo del 5% arcilla de bentonita y reforzados con fibra de Peca Azul.

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
5% F-1	627.00	4.05	22.06	0.436
5% F-2	652.00	1.71	23.14	0.185
5% F-3	684.00	1.91	22.59	0.200
5% F-4	658.00	1.82	23.02	0.196
5% F-5	687.00	1.82	24.19	0.195
5% F-6	592.00	2.53	21.05	0.275
5% F-7	408.00	1.85	15.89	0.206
5% F-8	591.00	2.73	19.14	0.282

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 21

Resistencia a flexión de los bloques de adobe tradicional con remplazo del 10% arcilla de bentonita y reforzados con fibra de Peca Azul.

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
10% F-1	950	2.44	33.25	0.262
10% F-2	854	2.48	29.07	0.264
10% F-3	951	3.41	33.12	0.365
10% F-4	902	3.36	32.58	0.366
10% F-5	704	2.85	26.16	0.316
10% F-6	825	3.53	27.30	0.370
10% F-7	698	2.55	24.52	0.273
10% F-8	905	3.95	30.78	0.418

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 22

Resistencia a flexión de los bloques de adobe tradicional con remplazo del 15% arcilla de bentonita y reforzados con fibra de Peca Azul.

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
15% F-1	1000	4.46	32.55	0.464
15% F-2	594	2.53	21.09	0.277
15% F-3	754	2.25	27.67	0.247
15% F-4	636	2.75	22.56	0.299
15% F-5	902	4.01	31.48	0.434
15% F-6	902	3.86	32.45	0.420
15% F-7	663	3.45	20.75	0.350
15% F-8	765	3.81	24.83	0.396

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 23

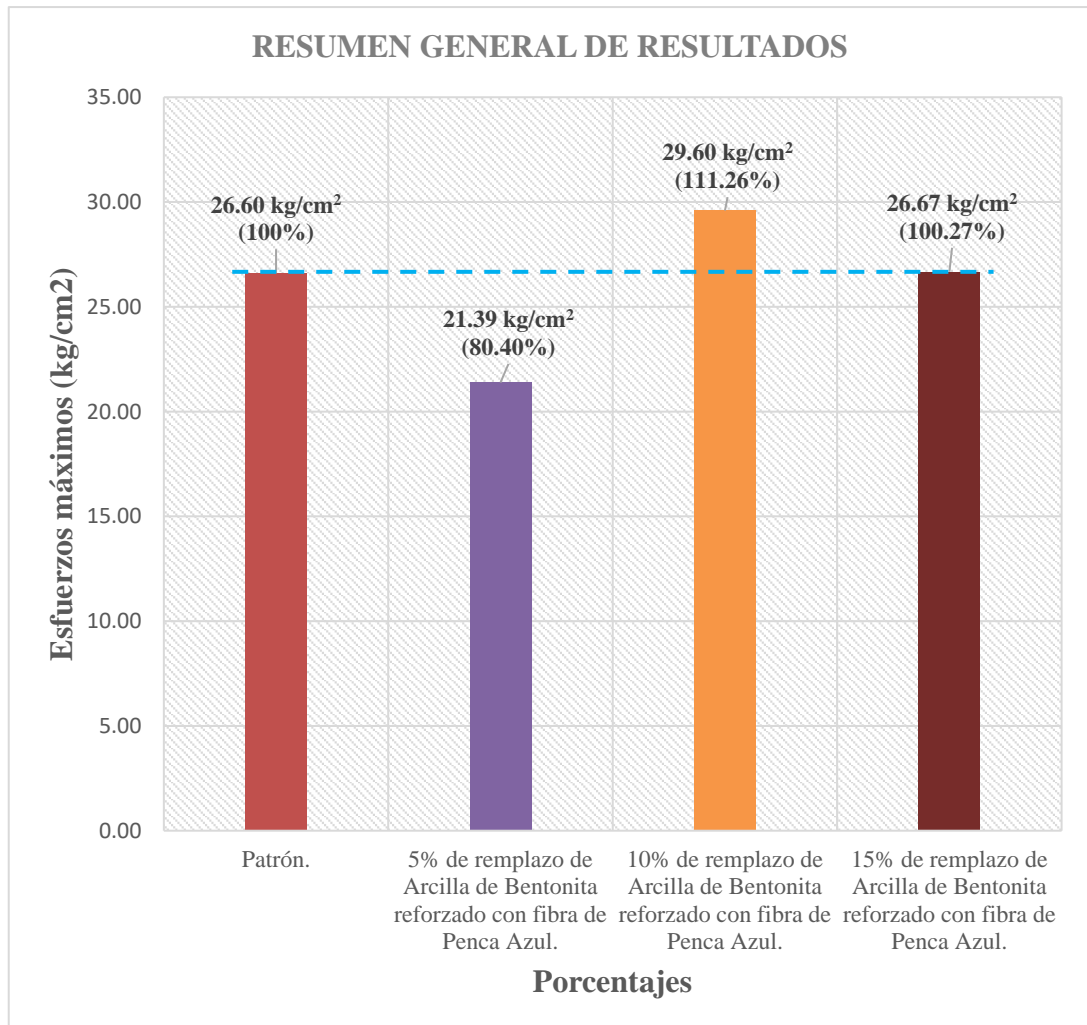
Resumen general de los bloques de adobe tradicional sometidos al ensayo de flexión.

Descripción	Esfuerzo (Kg/cm²)
Adobe tradicional muestra patrón	26.60
Adobe tradicional con remplazo del 5% de arcilla de bentonita reforzados con Fibra de Penca Azul	21.39
Adobe tradicional con remplazo del 10% de arcilla de bentonita reforzados con Fibra de Penca Azul	29.60
Adobe tradicional con remplazo del 15% de arcilla de bentonita reforzados con Fibra de Penca Azul	26.60

Fuente: Elaboración propia, 2023

Figura 12

Resumen general de los resultados sometidos al ensayo de resistencia a flexión.



CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión:

Se realizó y se analizó todos los ensayos de laboratorio, y se determinó la resistencia a compresión y flexión de los especímenes de adobe patrón, como de los especímenes de adobes mejorados con arcilla de bentonita reforzados con fibra de Penca Azul.

4.2. Limitaciones.

Las limitaciones presentadas en esta investigación es la falta de equipos calibrados en la cantera Cruz Blanca, ya que para determinar las cantidades de los constituyentes del adobe patrón como del adobe con remplazo de arcilla de bentonita reforzados con fibras de Penca Azul, se realizó mediante el método volumétrico utilizando baldes de 4 litro y 18 litros.

4.3. Interpretación comparativa.

- El adobe tradicional muestra patrón, como el adobe con sustitución de arcilla de bentonita reforzado con fibra de Peca Azul en sus diferentes dosificaciones, supera la resistencia a compresión mínima que establece la norma E-080 (10.2 kg/cm^2), en los siguientes valores porcentuales: Muestra patrón 30.33%, los adobes elaborados con Remplazo del (5%, 10% y 15%) de arcilla de bentonita reforzados con fibra de penca azul superan en 29.86%, 44.54% y 55.14 % respectivamente.
- Los adobes tradicionales fabricados con sustitución del 10% y 15% de arcilla de bentonita aumenta su resistencia a compresión y flexión en porcentajes de: 10.91% y 19.04% con respecto a la resistencia compresión y en 11.26% y 0.27% con respecto a la resistencia de flexión, mientras que la sustitución del 5% disminuye su resistencia a compresión y flexión en 0.36% y 19.60%, en comparativa con la

muestra patrón que alcanzó una resistencia a compresión de 13.29 kg/cm² y una resistencia a la flexión de 26.60 kg/cm².

- En la investigación denominada “*Análisis de la resistencia mecánica ante compresión de bloques de adobe con agregados de fibra de bagazo de caña*” realizadas por (Arceo, et. al, 2021) determino que los especímenes elaborados con agregado de fibra de bagazo de caña en dosificaciones de (1%, 5%, y 10%) alcanzaron una resistencia promedio a la compresión de 15.33 kg/cm², 13.46 kg/cm² y 14.95 kg/cm² respectivamente. Sin embargo, en la presente tesis se obtuvo una resistencia a la compresión respecto a los adobes elaborados con el 5%, 10% y 15% de arcilla de bentonita y reforzados con fibra de penca azul, de 13.25 kg/cm², 14.74 kg/cm² y 15.82 kg/cm².
- En la tesis denominada “*Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del adobe con reemplazo de ichu por fibra de cabuya, en el sector de Quispiquilla del distrito de San Sebastián – Cusco 2022*” realizada por (Arotaipe y Lecaros, 2022), se determinó que al reemplazar la paja ichu por Fibra de Cabuya en sus diferentes porcentajes mejora la resistencia a compresión y tracción del adobe, en donde el reemplazo del 100% obtuvo un mejor desempeño alcanzando una resistencia a la compresión de 27.35 kg/cm² y con respecto a la resistencia a tracción alcanzo un valor de 3.90 kg/cm², sin embargo en la presente tesis se obtuvo que al incorporar arcilla de bentonita en porcentajes del 10% y 15% al adobe reforzado con fibra de penca azul mejora sus propiedades mecánicas con respecto al adobe patrón, alcanzando valores con respecto a la resistencia a compresión de 14.74 kg/cm² y 15.82 kg/cm². Por otro lado, los valores obtenidos con respecto a la resistencia a flexión del adobe es de 29.60 kg/cm² y 26.27 kg/cm² respectivamente.

- Por otra parte, Ticona, 2020, realizo su tesis “*Análisis comparativo entre adobe tradicional y el adobe reforzado con fibras de coco, Huancané, Puno -2019*”, para la elaboración de este estudio dosifico la fibra de coco en porcentajes de 0.5%, 1% y 2% con respecto al peso unitario del suelo, los resultados obtenidos con respecto a la resistencia a compresión en sus diferentes porcentajes alcanzaron valores de 13.60 kg/cm², 12.70 kg/cm² y 11,30 kg/cm² siendo menores a la resistencia alcanzada por el adobe patrón (14.20 kg/cm²), por otro lado, en la resistencia a flexión y tracción se obtuvieron valores de 1.86 kg/cm² y 4.6 kg/cm² (adobe patrón); 2.33 kg/cm², y 4.70 kg/cm² (0.5% de fibra de coco); 2.67 kg/cm² y 4.90 kg/cm² (1% fibra de coco); 3.36 kg/cm² y 5.00 kg/cm² (2% de fibra de coco) respectivamente, sin embargo, en la presente tesis se muestra que los resultados mejoran la resistencia a compresión y flexión al con respecto a la muestra patrón al adicionar 10% y 15% de arcilla de bentonita al adobe reforzado con fibras de Penca azul, las resistencias alcanzadas con respecto a la compresión y flexión son las siguientes: 13.29 kg/cm² y 26.60 kg/cm² (muestra patrón); 13.25 kg/cm² y 21.39 kg/cm² (5% de arcilla de bentonita); 14.74 kg/cm² y 29.67 kg/cm² (10% arcilla de Bentonita); 15.82 kg/cm² y 26.67 kg/cm² (15% de arcilla de bentonita).
- Así mismo, Oblitas, 2020, en su investigación “*Estudio comparativo de la resistencia del adobe con incorporación de dos estabilizantes: Bentonita Sódica y Cal, utilizando suelos del distrito de Oyotun – Chiclayo – Lambayeque*” elabora 168 adobes con maquina “Prensa Hidráulica”, estos fueron estabilizados con Bentonita Sódica y cal en porcentajes de 5%, 10% y 15%, al final de la investigación se observó que la estabilización del 15% de Bentonita Sódica alcanza una resistencia a la compresión de 25. 11 kg/cm² a 29.58 kg/cm² y una resistencia a la flexión de 15.32 kg/cm² a 17.06 kg/cm², por otro lado los adobes estabilizan cal alcanzan resistencias

a la compresión de 12.12 kg/cm^2 a 17.06 kg/cm^2 y una resistencia a la flexión de 9.04 kg/cm^2 a 9.95 kg/cm^2 respectivamente, sin embargo en la presente tesis se alcanzó una resistencia a la compresión con la dosificación del 15% de arcilla de bentonita (15.82 kg/cm^2) y con respecto a la resistencia a flexión se encontró que la dosificación del 10% alcanza una resistencia de 29.67 kg/cm^2

- Del mismo modo, Altamirano, 2019, en su tesis “*Incidencia de fibra vegetal “Paja Ichu” en la resistencia mecánica del adobe en el distrito de Cajamarca*” determino que la paja ichu aumenta la resistencia a compresión respecto a la muestra patrón en un 5% en el adobe, la resistencia a tracción en un 13% respecto a la muestra patrón y la resistencia a la flexión en un 25% respecto a la muestra patrón (0% fibra de paja ichu), en la presente tesis se muestra que la resistencia a compresión y flexión del adobe patrón alcanzan valores de 13.29 kg/cm^2 y de 26.60 kg/cm^2 , sin embargo los adobes dosificados 10% y 15% de arcilla de bentonita y reforzados con fibras de penca azul aumenta su resistencia a compresión y flexión en: 10.91% y 11.26% al adicionar 10% y al adicionar 15% de arcilla de bentonita aumenta en 19.04% y 0.27 %, mientras que la dosificación del 5% disminuye su resistencia a compresión y flexión en 0.36% y 19.60% respecto al adobe patrón.
- De la misma manera, Soto, 2016, en su tesis “*Resistencia a compresión y flexión del adobe compactado con incorporación de Bentonita Sódica, utilizando suelos de diferentes, Cajamarca 2016*” determino que la resistencia a compresión y flexión del adobe con incorporación del 10%, 12% y 15% de bentonita sódica mejoran la resistencia compresión y flexión del adobe con respecto a la muestra patrón en más del 20% y 10%, siendo la incorporación de 16% la que alcanza los mejores resultados, sin embargo, en la presente tesis se muestra que la incorporación del 10% y 15% de arcilla de bentonita en el adobe tradicional mejoran sus propiedades

mecánicas, mostrando mejoras con respecto a la resistencia a compresión en: 10.91%, 19.04% y con respecto a la resistencia a flexión en 11.26% y 0.27 %, mientras que la dosificación del 5% disminuye su resistencia a compresión y flexión en 0.36% y 19.60% respecto al adobe patrón.

4.2. Conclusiones:

Se determinó la resistencia a compresión y flexión del adobe tradicional sustituyendo 5%, 10% y 15% de arcilla de bentonita y reforzados con fibra de Penca Azul, siendo los valores con respecto a la resistencia a compresión de 13.25 kg/cm², 14.74 kg/cm² y 15.82 kg/cm², y con respecto a la resistencia a flexión se obtuvo valores de 21.39 kg/cm², 29.60 kg/cm² y 26.67 kg/cm², mientras que la muestra patrón alcanzó valores con respecto a la resistencia a compresión y flexión de 13.29 kg/cm² y 26.60 kg/cm².

Se determinó las propiedades del suelo extraído de la Cantera Cruz Blanca-Cajamarca, se obtuvo un contenido de humedad de 5.51%, límite líquido de 28.40%, límite plástico de 16.29%, índice plástico de 12.11% y en la granulometría se determinó que el 86.40% pasa la malla N° 04 y por la malla N° 200 pasa un 53.83%.

Se comparó la muestra patrón con los ensayos a compresión de los adobes elaborados con sustitución del 5% 10% y 15% de arcilla de bentonita reforzados con fibra de Penca Azul, en donde la sustitución del 10% y 15% muestran una mejora en la resistencia a compresión en 10.91% y 19.04%, mientras que la sustitución del 5% disminuye la resistencia a compresión con respecto a la muestra patrón en 0.36%.

Se comparó la muestra patrón con los ensayos a flexión de los adobes elaborados con sustitución del 5% 10% y 15% de arcilla de bentonita reforzados con fibra de Penca Azul, en donde la sustitución del 10% y 15% muestran una mejora en la resistencia a flexión en 11.26% y 0.27%, mientras que la sustitución del 5% disminuye la resistencia a flexión con respecto a la muestra patrón en 19.60%.

Se compararon los ensayos de resistencia a compresión tanto de la muestra patrón como de las muestras sustituidas en 5%, 10% y 15% de arcilla de bentonita reforzados con fibra de penca azul con la resistencia a compresión que especifica la norma E-080, los cuales

mostraron un incremento de resistencia, muestra patrón en 33%, 5% de arcilla de bentonita en 29.68%, 10% de arcilla de bentonita en 44.54 % y 15% de arcilla de bentonita en 55.14% respectivamente.

Se compararon los ensayos de resistencia a compresión tanto de la muestra patrón como de las muestras sustituidas en 5%, 10% y 15% de arcilla de bentonita reforzados con fibra de penca azul con la resistencia a compresión que especifica la norma E-080, los cuales mostraron un incremento de resistencia, muestra patrón en 33%, 5% de arcilla de bentonita en 29.68%, 10% de arcilla de bentonita en 44.54 % y 15% de arcilla de bentonita en 55.14% respectivamente.

REFERENCIAS

- Altamirano Carrasco, O. V. (2019). *Incidencia de la fibra vegetal "paja ichu" en la resistencia mecánica del adobe en el distrito de Cajamarca [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú]*. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/3273>
- Aranda-Jiménez, Y. G., & García - Izaguirre , V. M. (2016). Efectos de la utilización de savias vegetales en bloques de tierra comprimida con respecto a la prueba de abrasión (Vol.1). *Revista Legado de Arquitectura y Diseño*. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477951060015>
- Arceo Díaz, S., Robles Rojo, A., Moreno Peña , J. R., Chávez Pérez, D. Z., & Ojeda Sánchez , J. A. (2021). Análisis de la resistencia mecánica ante compresión de bloques de adobe con agregados de fibra de bagazo de caña. *Revista Ingeniantes (Vol.1)*. <https://www.researchgate.net/publication/356944856>
- Arotaipe Gutierrez, O. A., & Lecaros Manotupa , J. A. (2022). *EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL ADOBE CON REMPLAZO DE ICHU POR FIBRA DE CABUYA, EN EL SECTOR QUISPIQUILLA DEL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN - CUSCO 2022 [Tesis de Pregrado, Universidad Andina del Cusco]*. Repositorio Digital Universidad Andina del Cusco. <https://hdl.handle.net/20.500.12557/5002>
- Briones Chuquilín, T. J., & Estrada Zelada, W. (2018). *Compresión axial del adobe compactado con fibras de paja ichu, paja de arroz y paja de trigo [Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte, Perú]*. Repositorio Institucional UPN. <https://hdl.handle.net/11537/14070>
- Catalán Quiroz, P., Moreno Martínez , J. Y., Galván , A., & Arroyo Matus, R. (2019). Obtención de las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe mediante ensayos de laboratorio. Vol. 29. Mexico: ACTA UNIVERSITARIA. <https://doi.org/10.15174/au.2019.1861>
- Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI. (2014). *SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS) - (NTP 339.134,1999 revisada el 2014)*.
- Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales- INDECOPI. (1998). *SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (NTP 339.127,1998)*.
- Cotrina Villanueva, W. (2021). *Resistencia a la compresión, flexión y absorción del adobe compactado, adicionando fibra de fique [Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte, Perú]*. Repositorio Institucional UPN. <https://hdl.handle.net/11537/27736>
- Crespo Villalaz, C. (2004). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones (5ª ed.)*. México: Editorial Limusa.

- Díaz Torres , M. G., Parada Carrillo , H. P., & Alvarado Arias, M. J. (2019). Usos del adobe en diferentes países de América Latina. *Revista Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*. <https://pdfs.semanticscholar.org/efa2/736de30dc48467195c86e90b7ebce2985be1.pdf>
- Dirección de Normalización - INACAL. (2019). *Suelos: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos (NTP 339.129, 1999 revisada el 2019)*.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación (6ª edición)*.
- Herrera Vásquez, D. Y., & Núñez Flores, C. L. (2021). *Influencia de la fibra de caña de azúcar, en el incremento de la resistencia a la compresión del adobe, San Ignacio 2021 [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, Perú]*. Repositorio de la Universidad César Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/70225>
- Largo Castro, D. P., & Villamarín Coral, K. M. (2013). *Caracterización y activación química de arcilla tipo bentonita para su evaluación en la efectividad de remoción de fenoles presentes en aguas residuales [Tesis pregrado, Universidad Tecnológica de Pereira]*. Repositorio institucional UTP. <https://hdl.handle.net/11059/3838>
- López Daza, X. d., & Torbisco Ascue, D. B. (2020). *Aprovechamiento de la fibra de cabuya para mejoramiento de las propiedades mecánicas de la mezcla tradicional de adobe en una unidad de albañilería en el distrito de Abancay, departamento de Apurímac [tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Apl]*. Repositorio Académico UPC, Perú. <http://hdl.handle.net/10757/654799>
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2010). *Edificaciones Antisísmicas de Adobe. Manual de Construcción*. http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Manuales_guias/MANUAL%20ADOBE.pdf
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2017). *Diseño y Construcción con Tierra Reforzada, Anexo-Resolución Ministerial Nº 121-2017-Vivienda (Norma E.080)*. Diario Oficial El Peruano.
- Montenegro Echeverría, M. S. (2019). *Caracterización del adobe reforzado con fibras naturales y artificiales para la recuperación de construcciones tradicionales en la Comuna de Zuleta [Tesis pregrado, Universidad Central del Ecuador - Quito]*. Quito: UCE. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/17674>
- Oblitas Vásquez, I. J. (2020). *Estudio comparativo de la resistencia del adobe con incorporación de dos estabilizantes: bentonita sódica y cal, utilizando suelos del distrito de Oyotun - Chiclayo – Lambayeque [tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán, Perú]*. Repositorio Institucional USS. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/6815>

- Rodríguez Elias, B. G. (2020). *Influencia de tamaño, porcentaje y tipo de fibra natural en adobes estabilizados sobre la resistencia a compresión, contracción y durabilidad en construcciones rurales, Trujillo 2019 [Tesis Pregrado, Universidad Privada del Norte, Perú]*. Repositorio Institucional UPN. <https://hdl.handle.net/11537/23397>
- Sáez, E. (2010). *Fundamentos de Geotecnia ICE-1603 [Pontificia Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Estructural y Geotécnica]*. Repositorio Institucional UPN. <https://hdl.handle.net/11537/25434>
- Soto Lozano, E. E. (2016). *Resistencia a compresión y flexión del adobe compactado con incorporación de bentonita sódica, utilizando suelos de diferentes canteras, Cajamarca 2016 [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte, Perú]*. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/11537/12677>
- Ticona Apaza, J. M. (2020). *Análisis comparativo entre el adobe tradicional y el adobe reforzado con fibras de coco, Huancané, Puno - 2019 [tesis pregrado, Universidad Cesar Vallejo, Perú]*. Repositorio de la Universidad César Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/57615>
- Ureña, M., Llumitasig, S., Siza, A., & Coello-Fiallos, D. (Setiembre de 2019). *Estudio de la resistencia a la compresión de adobe artesanal utilizando estabilizadores orgánicos: estiércol de vaca, savia de nopal, paja y sangre de toro [Revista Técnica, Vol 42(3)]*. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=605766524002>

ANEXOS

5.1. ANEXO N° 1. FICHA TÉCNICA DE ARCILLA DE BENTONITA.

Figura 13

Ficha técnica de la arcilla de bentonita.

 SESUVECA DEL PERÚ S.A.C. BENTONITA SODICA																									
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA																									
DESCRIPCIÓN	Es una bentonita sódica ó arcilla natural que contiene una porción elevada de montmorillonita sódica.																								
APLICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Como agente aglutinante en la producción de pellets de hierro. • Como aglutinante de la arena de cuarzo para moldes de fundición. • Preparación de lodos de perforación de pozos de agua, petróleo y gas natural. • En ingeniería civil y cimentaciones. • En la industria de detergentes, pintura, agricultura y vitivinícola, cosmética, farmacéutica, etc. • En la fabricación de alimentos peletizados para animales - como absorbente y desecante. 																								
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> • Permite mejorar la resistencia mecánica de los pellets. • Excelente plasticidad. • Elevada superficie de hinchamiento. • Alta impermeabilidad. 																								
ANÁLISIS QUÍMICO (%)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>SiO₂</th> <th>Al₂O₃</th> <th>MgO</th> <th>CaO</th> <th>Fe₂O₃</th> <th>Na₂O</th> <th>K₂O</th> <th>P</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>49-67</td> <td>16-20</td> <td>3-4</td> <td>5-13</td> <td>1-4</td> <td>1,5-2,5</td> <td>0,5-0,9</td> <td>0,054</td> </tr> </tbody> </table>	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	P	49-67	16-20	3-4	5-13	1-4	1,5-2,5	0,5-0,9	0,054								
SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	P																		
49-67	16-20	3-4	5-13	1-4	1,5-2,5	0,5-0,9	0,054																		
PROPIEDADES FÍSICAS	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Aspecto</th> <th>Color</th> <th>Humedad (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sólido - Polvo</td> <td>Crema - Beige</td> <td>9-16</td> </tr> <tr> <td>Absorción de Agua (%)</td> <td>Hinchabilidad (cc/2gr)</td> <td>LOI (%)</td> </tr> <tr> <td>700 - 600</td> <td>> 22</td> <td>4-17</td> </tr> <tr> <td>Peso Específico (gr/cc)</td> <td>Densidad Aparente (gr/cc)</td> <td>pH</td> </tr> <tr> <td>1,8 - 2,3</td> <td>0,7 - 0,9</td> <td>9-9,5</td> </tr> <tr> <td>Resistividad (ohm-m)</td> <td>Dureza (Mohs)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2,5 - 3,6</td> <td>0,8 - 1,8</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Aspecto	Color	Humedad (%)	Sólido - Polvo	Crema - Beige	9-16	Absorción de Agua (%)	Hinchabilidad (cc/2gr)	LOI (%)	700 - 600	> 22	4-17	Peso Específico (gr/cc)	Densidad Aparente (gr/cc)	pH	1,8 - 2,3	0,7 - 0,9	9-9,5	Resistividad (ohm-m)	Dureza (Mohs)		2,5 - 3,6	0,8 - 1,8	
Aspecto	Color	Humedad (%)																							
Sólido - Polvo	Crema - Beige	9-16																							
Absorción de Agua (%)	Hinchabilidad (cc/2gr)	LOI (%)																							
700 - 600	> 22	4-17																							
Peso Específico (gr/cc)	Densidad Aparente (gr/cc)	pH																							
1,8 - 2,3	0,7 - 0,9	9-9,5																							
Resistividad (ohm-m)	Dureza (Mohs)																								
2,5 - 3,6	0,8 - 1,8																								
GRANULOMETRÍA (%)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo 1</th> <th>Tipo 2</th> <th>Tipo 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>< Mesh 50 = 100</td> <td>< Mesh 100 = 2</td> <td>< Mesh 100 y > Mesh 200 = 50</td> </tr> <tr> <td>< Mesh 70 = 95</td> <td>< Mesh 270 = 25-30</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	< Mesh 50 = 100	< Mesh 100 = 2	< Mesh 100 y > Mesh 200 = 50	< Mesh 70 = 95	< Mesh 270 = 25-30																
Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3																							
< Mesh 50 = 100	< Mesh 100 = 2	< Mesh 100 y > Mesh 200 = 50																							
< Mesh 70 = 95	< Mesh 270 = 25-30																								
EMBALAJE	En big-bag de 1,5 TM En bolsas de 30 Kg y en big-bag																								
<small>Observaciones: Los resultados técnicos no deben tomarse como máximo y mínimo para propósitos de especificaciones. Procesamos Bentonita Sódica a la granulometría solicitada.</small>																									
																									
<table border="1"> <tr> <td style="background-color: #0056b3; color: white;">Dirección:</td> <td>Autopista Salaverry, Km3, Lote B, Sector Chorobal Trujillo - La Libertad - Perú.</td> <td style="background-color: #0056b3; color: white;">Teléfonos de Oficina:</td> <td>+58 2869941547 +58 2869940635 +51 44 702121</td> <td style="background-color: #0056b3; color: white;">Correos:</td> <td>director@sesuvecadelperu.com sales@sesuvecadelperu.com comercializacion@sesuvecadelperu.com</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #0056b3; color: white;">Telfs. Móvil:</td> <td colspan="2">+51 971447001 / +51 971448055</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">www.sesuvecadelperu.com</td> </tr> </table>		Dirección:	Autopista Salaverry, Km3, Lote B, Sector Chorobal Trujillo - La Libertad - Perú.	Teléfonos de Oficina:	+58 2869941547 +58 2869940635 +51 44 702121	Correos:	director@sesuvecadelperu.com sales@sesuvecadelperu.com comercializacion@sesuvecadelperu.com	Telfs. Móvil:	+51 971447001 / +51 971448055		www.sesuvecadelperu.com														
Dirección:	Autopista Salaverry, Km3, Lote B, Sector Chorobal Trujillo - La Libertad - Perú.	Teléfonos de Oficina:	+58 2869941547 +58 2869940635 +51 44 702121	Correos:	director@sesuvecadelperu.com sales@sesuvecadelperu.com comercializacion@sesuvecadelperu.com																				
Telfs. Móvil:	+51 971447001 / +51 971448055		www.sesuvecadelperu.com																						

Fuente: SESUVECA DEL PERÚ S.A.C. (s.f), 2023.

5.2. ANEXO N° 1. PANEL FOTOGRAFICO

Figura 14

Pesando muestras para el contenido de humedad.



Figura 15

Colocando muestras de contenido de humedad al horno por 24 horas.



Figura 16

Pesando muestras para el contenido de humedad de la arcilla de bentonita.



Figura 17

Realizando ensayo de peso específico del suelo.



Figura 18

Realizando ensayo de peso específico de la arcilla de bentonita.



Figura 19

Lavando el material en la malla N° 200.



Figura 20

Tamizando el material lavado después de 24 horas.



Figura 21

Realizando el ensayo de limite líquido.



Figura 22

Realizando el ensayo de limite plástico.



Figura 23

Preparando masa para la fabricación de adobes tradicionales.



Figura 24

Agregando paja ichu a la masa de la muestra patrón.



Figura 25

Seccionando la fibra de Penca Azul.



Figura 26

Preparado la masa del suelo con sustitución de arcilla de bentonita.



Figura 27

Agregando a la masa fibra de penca azul.



Figura 28

Verificando la masa junto a mi asesor Ing. Orlando Aguilar.



Figura 29

Masa lista para ser amoldada.



Figura 30

Fabricando los adobes tradicionales.



Figura 31

Bloques de adobes tradicionales a la edad de 21 días.



Figura 32

Realizando ensayo de resistencia a compresión del adobe tradicional.



Figura 33

Realizando ensayo de resistencia a flexión del adobe tradicional.



Figura 34


Realizando ensayos de resistencia a flexión y compresión junto al laboratorista de la Universidad Privada del Norte.



5.3. ANEXO N° 2. ENSAYOS DE SUELOS

Figura 35

Ensayo de contenido de humedad.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA							
PROTOCOLO							
	ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD					
	NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127					
	TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023					
CANTERA:	Cruz Blanca	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla				
UBICACIÓN:	Cajamarca		COLOR DE MATERIAL:				
FECHA DE MUESTREO:	14/02/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez				
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez				

<u>Temperatura de Secado</u>	<u>Método</u>
110 °C	Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación del recipiente o Tara	-	F-1	F-2	F-3	F-4	-
B	Peso del Recipiente	gr	26.40	27.00	28.01	26.30	-
C	Recipiente+ Material Natural	gr	266.20	277.60	297.90	309.80	-
D	Recipiente + Material Seco	gr	254.00	264.30	283.70	295.00	-
E	Peso del material húmedo (Wmh) = C - B	gr	239.80	250.60	269.89	283.50	-
F	Peso del material Seco (Ws) = D - B	gr	227.60	237.30	255.69	268.70	-
W%	Porcentaje de humedad (E - F / F) * 100	%	5.36	5.60	5.55	5.51	-
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	5.51				

$$W\%A = (W\%) = \frac{Wmh - WS}{WS} * 100$$

Nota: Materia hace mención tanto al suelo como a los agregados tanto grueso como fino.





OBSERVACIONES:		
TESISTA	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
FECHA: 28/02/2023	FECHA: 28/02/2023	FECHA: 28/02/2023

Figura 36

Ensayo de peso específico del suelo.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	PESO ESPECÍFICO	
	NORMA:	MTC E 113 / ASTM D854 / NTP 339.131	
	TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023	
CALICATA:	Cruz Blanca	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
UBICACIÓN:	Cajamarca	COLOR DE MATERIAL:	
FECHA DE MUESTREO:	14/02/2022	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chávez
FECHA DE ENSAYO:	21/02/2022	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez

PESO ESPECÍFICO				
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2
A	Identificación de la Muestra		M-1	M-2
B	Peso de la Muestra Seca	gr	100	100
C	Peso de Fiola + Agua (500ml)	cm ³	652.70	652.70
D	Peso de Fiola + Agua - Aire	cm ³	714.10	714.30
E	Peso Especifico ($Y_s = ((B)/(B + C - D))$)	gr/cm ³	2.59	2.60
F	Promedio del Peso Especifico "Ys"	gr/cm ³	2.60	




OBSERVACIONES:		
TESISTA	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
FECHA: 28/02/2023	FECHA: 28/02/2023	FECHA: 28/02/2023

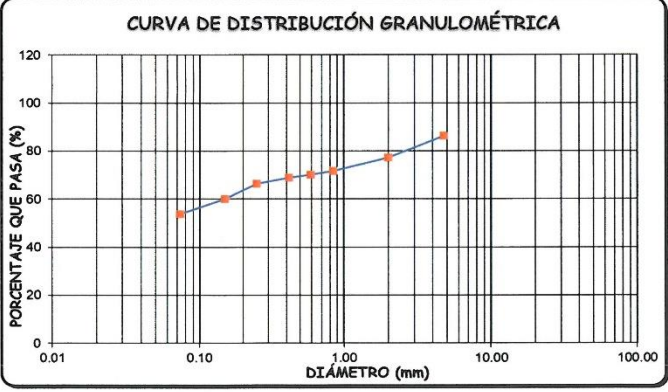
Figura 37

Ensayo de análisis granulométrico mediante tamizado por lavado.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMETRIA MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO		
NORMA:	ASTM D421		
TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023”		
CANTERA	Cruz Blanca	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
UBICACIÓN:	Cajamarca	COLOR DE MATERIAL:	
FECHA DE MUESTREO:	14/02/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
FECHA DE ENSAYO:	17/02/2023	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez

Peso de muestra seca; Ws	500	gr
--------------------------	-----	----

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO					
Tamiz	Abertura	Peso Retenido (gr)	% RP	%RA	% que pasa
Nº 4	4,76	68.02	13.60	13.60	86.40
Nº10	2	46.10	9.22	22.82	77.18
Nº20	0,84	27.14	5.43	28.25	71.75
Nº30	0,59	7.96	1.59	29.84	70.16
Nº40	0,42	6.10	1.22	31.06	68.94
Nº60	0,25	12.33	2.47	33.53	66.47
Nº100	0,15	31.56	6.31	39.84	60.16
Nº200	0,074	31.63	6.33	46.17	53.83
Perdida	Lavado	269.16	53.83	100	0.00
Total		500	100		



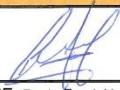
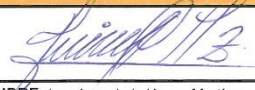
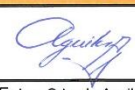
OBSERVACIONES:		
TESISTA	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Ing. Orlando Aguilar Alliaga
FECHA: 28/02/2023	FECHA: 28/02/2023	FECHA: 28/02/2023

Figura 38

Ensayo de límites de plasticidad.

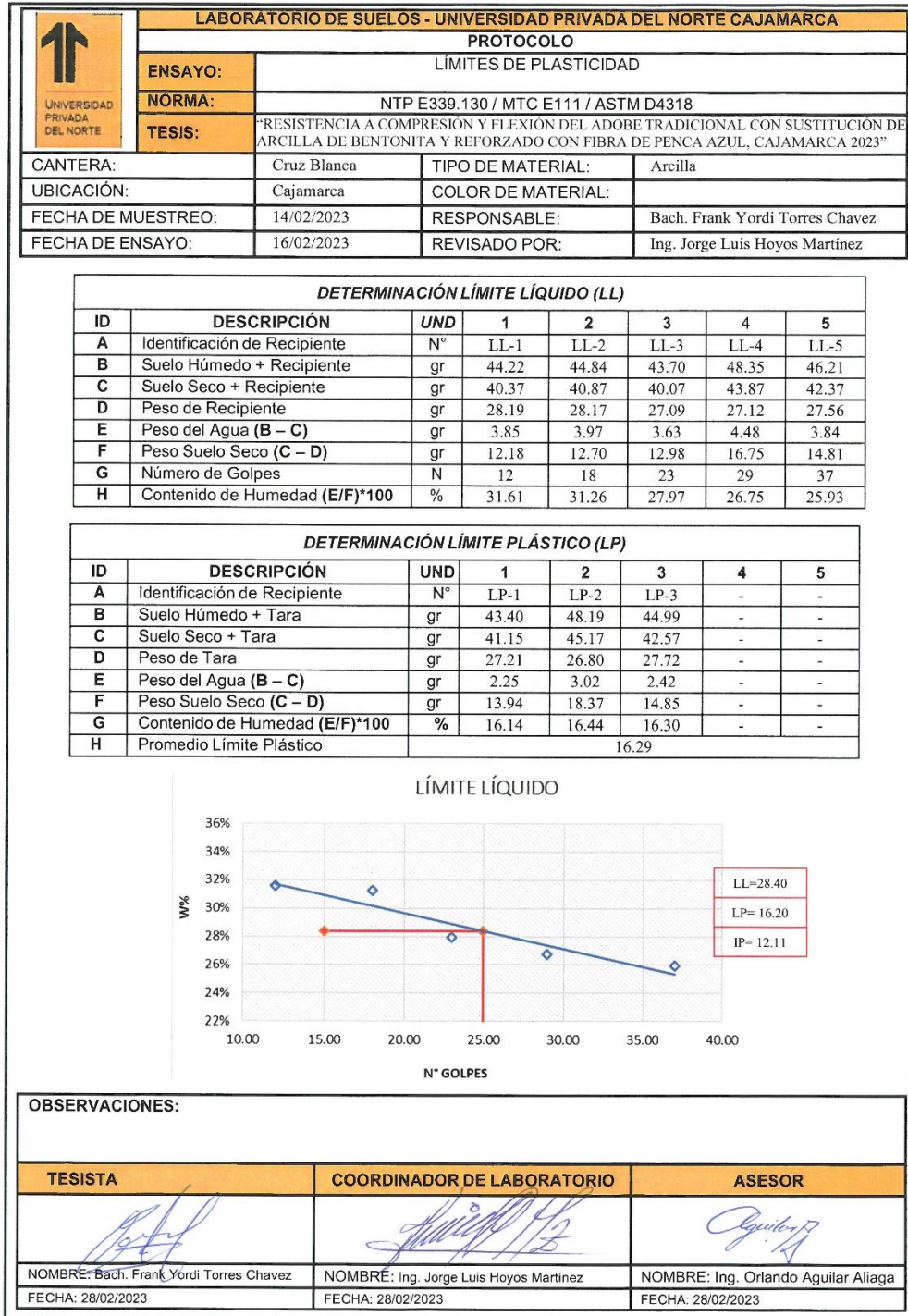


Figura 39

Clasificación de suelo (SUCS) primera parte.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:		CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADOS SUCS	
NORMA:		ASTM D2487 / NTP 339.134	
TESIS:		RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023”	
CALICATA:	Cruz Blanca	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
UBICACIÓN:	Cajamarca	COLOR DE MATERIAL:	Marrón
FECHA DE MUESTREO:	14/02/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez

DIVISIONES PRINCIPALES			SÍMBOLOS DEL GRUPO	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO		
SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAVAS	GRAVAS LIMPIAS <small>(sin o con pocos finos)</small>	GW	Gravas bien graduadas, mezclas grava – arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz N°200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5% ->GW,GP,SW,SP >12% ->GM,GC,SM,SC 5 al 12% ->casos limite que requieren usar doble simbolo	Cu = D60 / D10 > 4 Cc = (D30)²/ D10 * D60 entre 1 y 3	
			GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava – arena, pocos finos o sin finos.		No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW	
		GRAVAS CON FINOS <small>(Apreciable cantidad de finos)</small>	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo		Limites de atterberg debajo de la línea A o IP <4	Encima de la línea A con IP entre 4 y 7 son casos limite que requieren doble simbolo
			GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.		Limites de atterberg sobre la línea A con IP > 7	
	ARENAS	ARENAS LIMPIAS <small>(pocos o sin finos)</small>	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		Cu = D60 / D10 > 6 Cc = (D30)²/ D10 * D60 entre 1 y 3	
			SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW	
		ARENAS CON FINOS <small>(apreciable cantidad de finos)</small>	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		Limites de atterberg debajo de la línea A o IP <4	Los limites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan de doble simbolo.
			SC	Arenas arcillosas, mezclas arena – arcilla.		Limites de atterberg sobre la línea A con IP > 7	

OBSERVACIONES:		


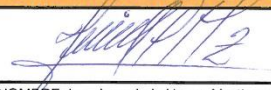
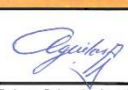

TESISTA	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Ing. Orlando Aguilar Allaga
FECHA: 28/02/2023	FECHA: 28/02/2023	FECHA: 28/02/2023

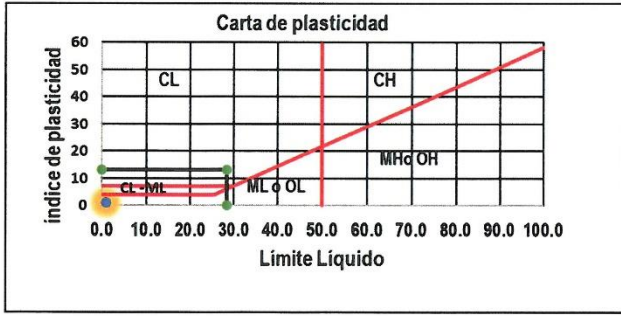
Figura 40




Clasificación de suelo (SUCS) segunda parte.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADOS SUCS	
	NORMA:	ASTM D2487 / NTP 339.134	
	TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"	
CALICATA:	Cruz Blanca	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla
UBICACIÓN:	Cajamarca	COLOR DE MATERIAL:	Marrón
FECHA DE MUESTREO:	14/02/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez

SUELOS DE GRANO FINO	LIMOS Y ARCILLAS	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad
Más de la mitad del material pasa por el tamiz N° 200	LÍMITE LÍQUIDO < 50	CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas
		OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad
		MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica, limos elásticos.
LÍMITE LÍQUIDO > 50	LIMOS Y ARCILLAS	CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media elevada, limos orgánicos.
Suelos muy Orgánicos		PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.

Carta de plasticidad



OBSERVACIONES:		
TESISTA	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
FECHA: 28/02/2023	FECHA: 28/02/2023	FECHA: 28/02/2023

5.4. ANEXO N° 3. ENSAYOS DE LA ARCILLA DE BENTONITA.

Figura 41

Ensayo de contenido de humedad de la arcilla de bentonita.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA							
PROTOCOLO							
ENSAYO:		CONTENIDO DE HUMEDAD					
NORMA:		MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127					
TESIS		RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023”					
CANTERA:	Cruz Blanca	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla de Bentonita				
UBICACIÓN:	Cajamarca	COLOR DE MATERIAL:					
FECHA DE MUESTREO:	14/02/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez				
FECHA DE ENSAYO:	15/02/2023	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez				
Temperatura de Secado				Método			
110 °C				Horno 110 ± 5 °C			
CONTENIDO DE HUMEDAD							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación del recipiente o Tara	-	M-1	M-2	M-3	-	-
B	Peso del Recipiente	gr	27.80	27.30	25.80	-	-
C	Recipiente+ Material Natural	gr	198.40	193.50	186.90	-	-
D	Recipiente + Material Seco	gr	179.40	176.10	170.60	-	-
E	Peso del material húmedo (Wmh) = C - B	gr	170.60	166.20	161.10	-	-
F	Peso del material Seco (Ws) = D - B	gr	151.60	148.80	144.80	-	-
W%	Porcentaje de humedad (E - F / F) * 100	%	12.53	11.69	11.26	-	-
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	11.83				

$$W\%A = (W\%) = \frac{Wmh - WS}{WS} * 100$$

Nota: Materia hace mención tanto al suelo como a los agregados tanto grueso como fino.





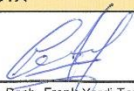
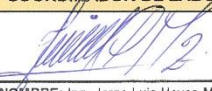

OBSERVACIONES:		
TESISTA	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	NOMBRE: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
FECHA: 28/02/2023	FECHA: 28/02/2023	FECHA: 28/02/2023

Figura 42

Ensayo de peso específico de la arcilla de bentonita.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	PESO ESPECÍFICO	
	NORMA:	MTC E 113 / ASTM D854 / NTP 339.131	
	TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023	
CALICATA:	Cruz Blanca	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla de Bentonita
UBICACIÓN:	Cajamarca	COLOR DE MATERIAL:	
FECHA DE MUESTREO:	14/02/2022	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chávez
FECHA DE ENSAYO:	21/02/2022	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez


PESO ESPECÍFICO				
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2
A	Identificación de la Muestra		M-1	M-2
B	Peso de la Muestra Seca	gr	100	100
C	Peso de Fiola + Agua (500ml)	cm ³	677.70	677.70
D	Peso de Fiola + Agua - Aire	cm ³	740.03	740.07
E	Peso Especifico ($\rho_s = ((B)/(B + C - D))$)	gr/cm ³	2.65	2.66
F	Promedio del Peso Especifico "Ys"	gr/cm ³	2.66	

OBSERVACIONES:		
TESISTA	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	NOMBRE: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
FECHA: 28/02/2023	FECHA: 28/02/2023	FECHA: 28/02/2023

5.5. ANEXOS N° 4. ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN.

Figura 43

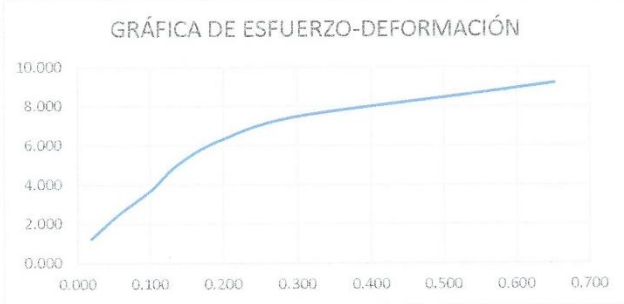
Ensayo de resistencia a la compresión muestra patrón 1.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE	
	NORMA:	ASTM D2166, NTP E-080	
	TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"	
ID. DEL ADOBE	PC-1	CONSISTENCIA	Patrón
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	403.42
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

N°	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	500	0.18	1.239	0.018
2	1000	0.55	2.479	0.056
3	1500	0.99	3.718	0.101
4	2000	1.33	4.958	0.136
5	2500	1.89	6.197	0.193
6	3000	2.87	7.436	0.293
7	3500	5.38	8.676	0.548
8	3710	6.4	9.196	0.652

Datos de muestra:	
Muestra:	PC-1
Long. (cm):	28.49
Ancho (cm):	14.16
Alto (cm):	9.81
Area (cm ²):	403.42

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN







OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 44

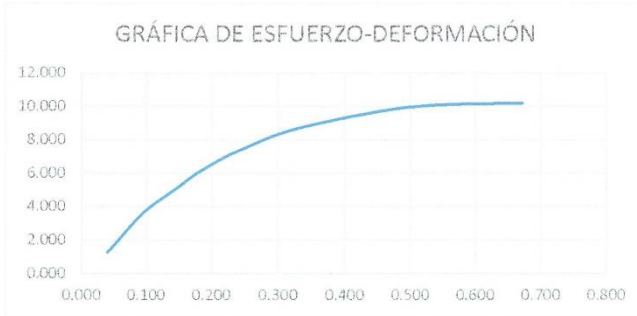
Ensayo de resistencia a la compresión muestra patrón 2.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE	
	NORMA:	ASTM D2166, NTP E-080	
	TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"	
ID. DEL ADOBE	PC-2	CONSISTENCIA	Patrón
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	402.56
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	500	0.39	1.242	0.040
2	1000	0.66	2.484	0.068
3	1500	0.95	3.726	0.098
4	2000	1.38	4.968	0.142
5	2500	1.81	6.210	0.186
6	3000	2.40	7.452	0.246
7	3500	3.23	8.694	0.332
8	4000	4.84	9.936	0.497
9	4110	6.55	10.21	0.672

Datos de muestra:	
Muestra:	PC-2
Long. (cm):	28.49
Ancho (cm):	14.13
Alto (cm):	9.74
Area (cm ²):	402.56

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN



OBSERVACIONES:


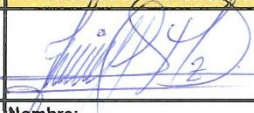
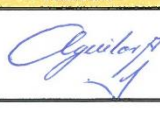

RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 45

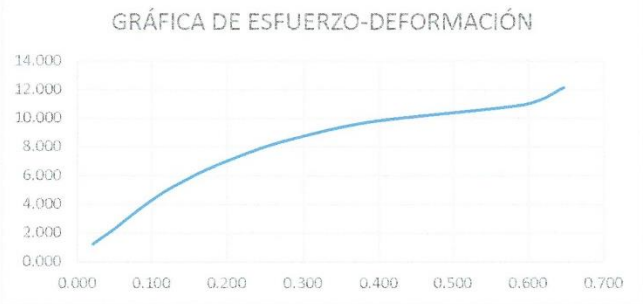
Ensayo de resistencia a la compresión muestra patrón 3.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE	
	NORMA:	ASTM D2166, NTP E-080	
	TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"	
ID. DEL ADOBE	PC-3	CONSISTENCIA	Patrón
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	409.98
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	500	0.19	1.220	0.020
2	1000	0.49	2.439	0.052
3	1500	0.77	3.659	0.082
4	2000	1.09	4.878	0.117
5	2500	1.49	6.098	0.159
6	3000	1.99	7.317	0.213
7	3500	2.64	8.537	0.282
8	4000	3.62	9.757	0.387
9	4500	5.55	10.976	0.594
10	4980	6.05	12.147	0.647

Datos de muestra:	
Muestra:	PC-3
Long. (cm):	28.53
Ancho (cm):	14.37
Alto (cm):	9.35
Area (cm ²):	409.98

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN



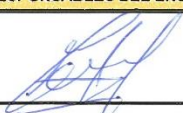
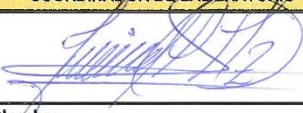
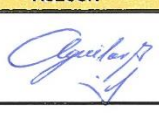

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 46

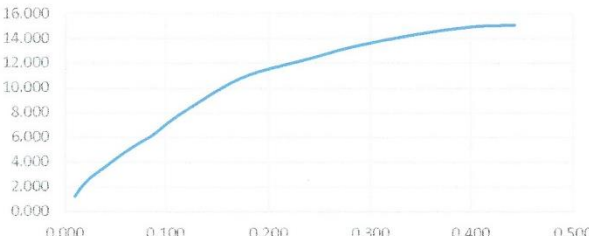
Ensayo de resistencia a la compresión muestra patrón 4.

	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE	
	NORMA:	ASTM D2166, NTP E-080	
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	PC-4	CONSISTENCIA	Patrón
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	403.56
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 dias	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	500	0.09	1.239	0.010
2	1000	0.20	2.478	0.021
3	1500	0.39	3.717	0.042
4	2000	0.58	4.956	0.062
5	2500	0.81	6.195	0.086
6	3000	0.99	7.434	0.106
7	3500	1.21	8.673	0.129
8	4000	1.43	9.912	0.152
9	4500	1.72	11.151	0.183
10	5000	2.25	12.390	0.240
11	5500	2.79	13.629	0.297
12	6000	3.65	14.868	0.389
13	6095	4.15	15.103	0.442

Datos de muestra:	
Muestra:	PC-4
Long. (cm):	28.48
Ancho (cm):	14.17
Alto (cm):	9.38
Area (cm ²):	403.56

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN



OBSERVACIONES:





RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 47


Ensayo de resistencia a la compresión muestra patrón 5.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE	
	NORMA:	ASTM D2166, NTP E-080	
	TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXION DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"	
ID. DEL ADOBE	PC-5	CONSISTENCIA	Patrón
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	395.37
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	500	0.03	1.265	0.003
2	1000	0.09	2.529	0.010
3	1500	0.31	3.794	0.033
4	2000	0.50	5.059	0.054
5	2500	0.72	6.323	0.077
6	3000	0.97	7.588	0.104
7	3500	1.28	8.852	0.138
8	4000	1.68	10.117	0.181
9	4500	1.99	11.382	0.214
10	5000	2.99	12.646	0.322
11	5500	4.01	13.911	0.431
12	6000	5.25	15.176	0.565
13	6146	6.25	15.545	0.672

Datos de muestra:	
Muestra:	PC-5
Long. (cm):	28.18
Ancho (cm):	14.03
Alto (cm):	9.30
Area (cm ²):	395.37

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN



OBSERVACIONES:

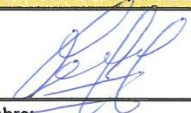
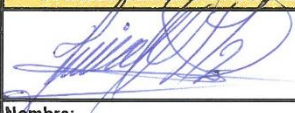


RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 48


Ensayo de resistencia a la compresión muestra patrón 6.

	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE	
	NORMA:	ASTM D2166, NTP E-080	
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	PC-6	CONSISTENCIA	Patrón
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	402.41
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	500	0.49	1.243	0.051
2	1000	0.99	2.485	0.104
3	1500	1.42	3.728	0.149
4	2000	1.96	4.970	0.206
5	2500	2.44	6.213	0.256
6	3000	3.03	7.455	0.318
7	3500	3.79	8.698	0.398
8	4000	4.37	9.940	0.459
9	4500	4.65	11.183	0.488
10	5000	5.15	12.425	0.540
11	5500	5.85	13.668	0.614
12	5840	6.12	14.513	0.642

Datos de muestra:	
Muestra:	PC-6
Long. (cm):	28.58
Ancho (cm):	14.08
Alto (cm):	9.53
Area (cm²):	402.41

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN



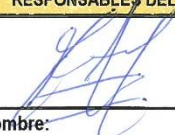

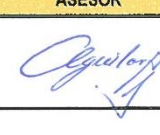
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 49

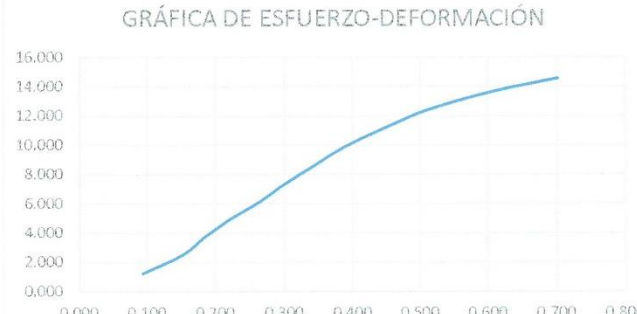
Ensayo de resistencia a la compresión muestra patrón 7.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	ASTM D2166, NTP E-080		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESION Y FLEXION DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	PC-7	CONSISTENCIA	Patrón
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	404.98
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 dias	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	500	0.87	1.235	0.093
2	1000	1.41	2.469	0.151
3	1500	1.72	3.704	0.184
4	2000	2.07	4.939	0.222
5	2500	2.48	6.173	0.266
6	3000	2.82	7.408	0.302
7	3500	3.21	8.642	0.344
8	4000	3.62	9.877	0.388
9	4500	4.15	11.112	0.445
10	5000	4.75	12.346	0.509
11	5500	5.61	13.581	0.601
12	5895	6.55	14.556	0.702

Datos de muestra:	
Muestra:	PC-7
Long. (cm):	28.32
Ancho (cm):	14.30
Alto (cm):	9.33
Area (cm ²):	404.98

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN



OBSERVACIONES:



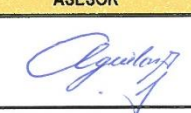

RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 50

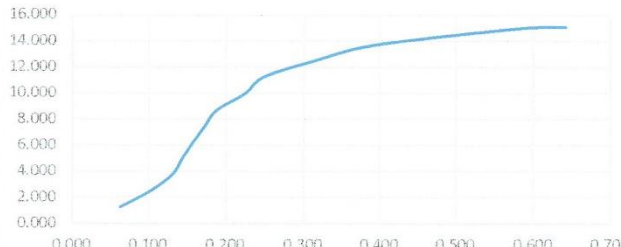
Ensayo de resistencia a la compresión muestra patrón 8

	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE	
	NORMA:	ASTM D2166, NTP E-080	
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESION Y FLEXION DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	PC-8	CONSISTENCIA	Patrón
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	401.28
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	500	0.59	1.246	0.063
2	1000	0.97	2.492	0.103
3	1500	1.23	3.738	0.130
4	2000	1.36	4.984	0.144
5	2500	1.49	6.230	0.158
6	3000	1.63	7.476	0.173
7	3500	1.78	8.722	0.189
8	4000	2.12	9.968	0.225
9	4500	2.33	11.214	0.247
10	5000	2.94	12.460	0.312
11	5500	3.73	13.706	0.396
12	6000	5.43	14.952	0.576
13	6050	6.05	15.077	0.642

Datos de muestra:	
Muestra:	PC-8
Long. (cm):	28.5
Ancho (cm):	14.08
Alto (cm):	9.43
Area (cm²):	401.28

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN



OBSERVACIONES:

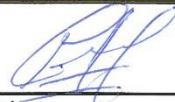



RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 51

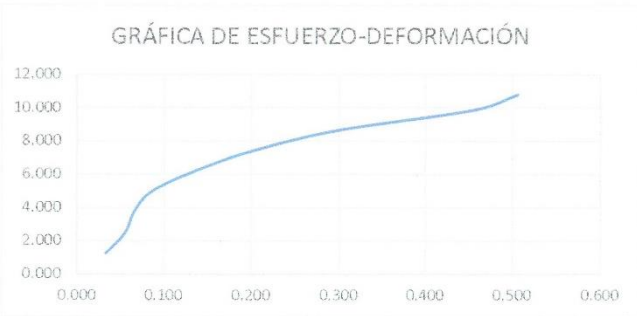
Ensayo de resistencia a la compresión M5%-1 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de Penca Azul.

	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE	
	NORMA:	ASTM D2166, NTP E-080	
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	M5%-1	CONSISTENCIA	5% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	404.84
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	500	0.33	1.235	0.033
2	1000	0.55	2.470	0.055
3	1500	0.65	3.705	0.065
4	2000	0.85	4.940	0.085
5	2500	1.35	6.175	0.135
6	3000	2.01	7.410	0.201
7	3500	2.99	8.645	0.300
8	4000	4.58	9.880	0.459
9	4373	5.05	10.802	0.506

Datos de muestra:	
Muestra:	M5%-1
Long. (cm):	28.55
Ancho (cm):	14.18
Alto (cm):	9.98
Area (cm²):	404.84

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN




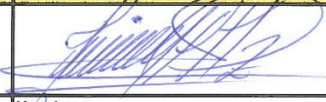


OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 52

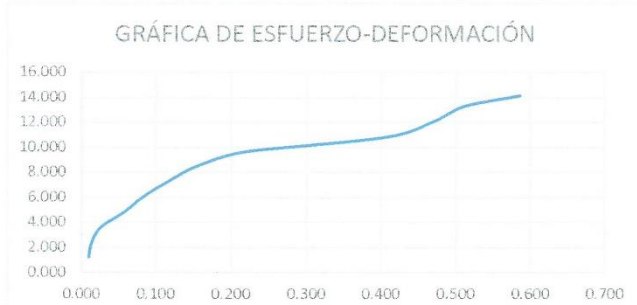
Ensayo de resistencia a la compresión M5%-2 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE	
	NORMA:	ASTM D2166, NTP E-080	
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	M5%-2	CONSISTENCIA	5% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	414.58
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 dias	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	500	0.09	1.206	0.009
2	1000	0.13	2.412	0.014
3	1500	0.25	3.618	0.026
4	2000	0.55	4.824	0.058
5	2500	0.78	6.030	0.082
6	3000	1.09	7.236	0.115
7	3500	1.45	8.442	0.153
8	4000	2.08	9.648	0.219
9	4500	3.89	10.85	0.410
10	5000	4.45	12.06	0.469
11	5500	4.85	13.27	0.512
12	5864	5.55	14.14	0.585

Datos de muestra:	
Muestra:	M5%-2
Long. (cm):	28.83
Ancho (cm):	14.38
Alto (cm):	9.48
Area (cm ²):	414.58

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN






OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 53


Ensayo de resistencia a la compresión M5%-3 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	ASTM D2166, NTP E-080		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	M5%-3	CONSISTENCIA	5% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	399.59
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	500	0.00	1.251	0.000
2	1000	0.04	2.503	0.004
3	1500	0.09	3.754	0.009
4	2000	0.19	5.005	0.020
5	2500	0.35	6.256	0.036
6	3000	0.58	7.508	0.060
7	3500	0.89	8.759	0.093
8	4000	1.33	10.010	0.139
9	4500	2.19	11.262	0.228
10	5000	3.95	12.513	0.411
11	5183	5.45	12.971	0.568

Datos de muestra:	
Muestra:	M5%-3
Long. (cm):	28.38
Ancho (cm):	14.08
Alto (cm):	9.60
Area (cm²):	399.59

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN





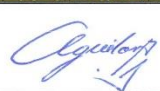
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 54

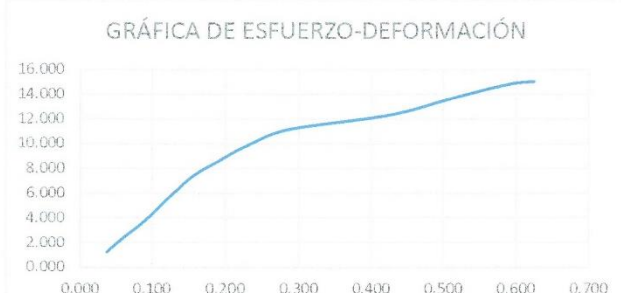
Ensayo de resistencia a la compresión M5%-4 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE			
NORMA:	ASTM D2166, NTP E-080			
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"			
ID. DEL ADOBE	M5%-4	CONSISTENCIA	5% Arcilla de Bentonita	
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	405.41	
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez	
EDAD DEL ADOBE	28 dias	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	500	0.35	1.233	0.036
2	1000	0.59	2.467	0.062
3	1500	0.85	3.700	0.089
4	2000	1.06	4.933	0.111
5	2500	1.27	6.167	0.132
6	3000	1.50	7.400	0.156
7	3500	1.84	8.633	0.192
8	4000	2.21	9.867	0.230
9	4500	2.72	11.100	0.284
10	5000	4.09	12.333	0.426
11	5500	4.86	13.567	0.507
12	6000	5.65	14.800	0.589
13	6095	5.99	15.034	0.625

Datos de muestra:	
Muestra:	M5%-4
Long. (cm):	28.51
Ancho (cm):	14.22
Alto (cm):	9.59
Area (cm ²):	405.41

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN



OBSERVACIONES:

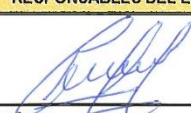

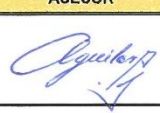

RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

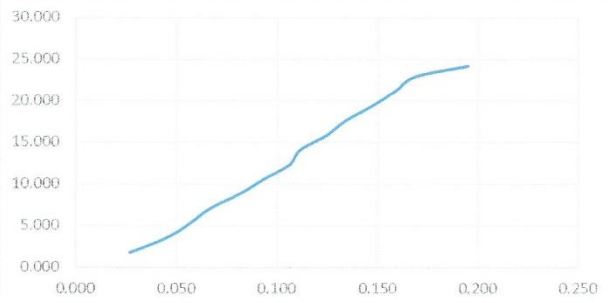
Figura 55

Ensayo de resistencia a la compresión M5%-5 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE	
	NORMA:	-	
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	5% F-5	CONSISTENCIA	5% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	386.38
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	50	0.25	1.761	0.027
2	100	0.42	3.522	0.045
3	150	0.53	5.282	0.057
4	200	0.62	7.043	0.066
5	250	0.76	8.804	0.081
6	300	0.87	10.565	0.093
7	350	0.99	12.325	0.106
8	400	1.04	14.086	0.111
9	450	1.16	15.847	0.124
10	500	1.25	17.608	0.134
11	550	1.37	19.368	0.147
12	600	1.48	21.129	0.159
13	650	1.57	22.890	0.168
14	687	1.82	24.193	0.195

Datos de muestra:	
Muestra:	5% F-5
Long. (cm):	28.1
Ancho (cm):	13.75
Alto (cm):	9.33
Area (cm ²):	386.38






OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 56

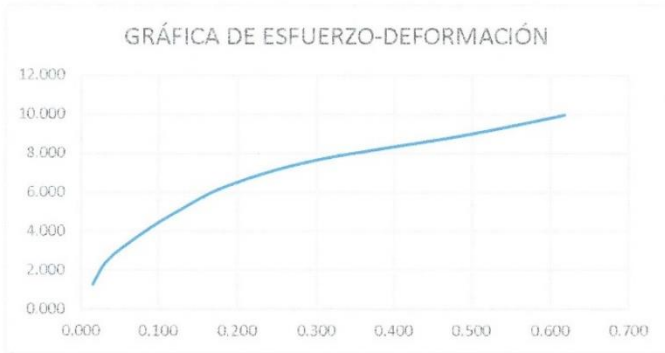
Ensayo de resistencia a la compresión M5%-6 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	ASTM D2166, NTP E-080		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXION DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	M5%-6	CONSISTENCIA	5% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	392.42
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 dias	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	500	0.14	1.274	0.015
2	1000	0.33	2.547	0.035
3	1500	0.72	3.821	0.077
4	2000	1.19	5.095	0.127
5	2500	1.78	6.368	0.189
6	3000	2.81	7.642	0.299
7	3500	4.58	8.916	0.487
8	3909	5.81	9.958	0.618

Datos de muestra:	
Muestra:	M5%-6
Long. (cm):	28.1
Ancho (cm):	13.97
Alto (cm):	9.40
Area (cm²):	392.56

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN



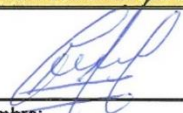
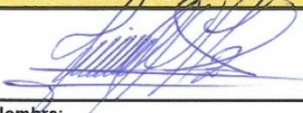

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 57


Ensayo de resistencia a la compresión M5%-7 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	ASTM D2166, NTP E-080		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	M5%-7	CONSISTENCIA	5% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	408.84
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	500	0.82	1.223	0.089
2	1000	1.24	2.446	0.135
3	1500	1.55	3.669	0.169
4	2000	1.90	4.892	0.207
5	2500	2.20	6.115	0.240
6	3000	2.67	7.338	0.291
7	3500	3.17	8.561	0.345
8	4000	3.59	9.784	0.391
9	4500	3.95	11.007	0.430
10	5000	4.65	12.230	0.507
11	5500	5.05	13.453	0.550
12	5839	5.75	14.282	0.626

Datos de muestra:	
Muestra:	M5%-7
Long. (cm):	28.65
Ancho (cm):	14.27
Alto (cm):	9.18
Área (cm ²):	408.84

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN






OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 58

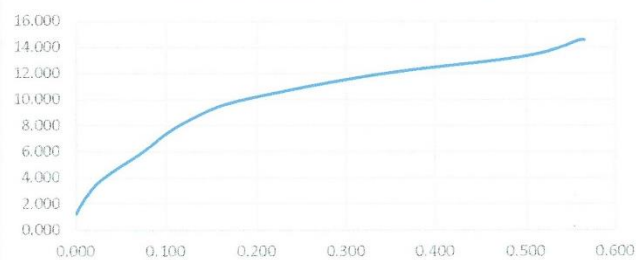
Ensayo de resistencia a la compresión M5%-8 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	ASTM D2166, NTP E-080		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	M5%-8	CONSISTENCIA	5% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	412.70
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	500	0.00	1.212	0.000
2	1000	0.09	2.423	0.010
3	1500	0.23	3.635	0.025
4	2000	0.45	4.846	0.049
5	2500	0.70	6.058	0.077
6	3000	0.89	7.269	0.098
7	3500	1.16	8.481	0.127
8	4000	1.54	9.692	0.169
9	4500	2.29	10.904	0.251
10	5000	3.25	12.115	0.356
11	5500	4.58	13.327	0.502
12	6000	5.10	14.538	0.559
13	6005	5.15	14.551	0.565

Datos de muestra:	
Muestra:	M5%-8
Long. (cm):	28.8
Ancho (cm):	14.33
Alto (cm):	9.12
Area (cm ²):	412.70

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN



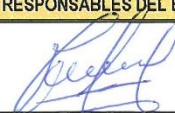



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 59

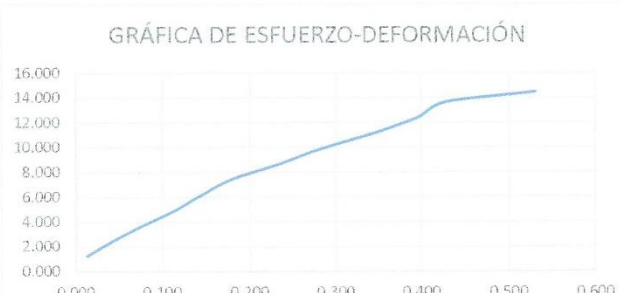
Ensayo de resistencia a la compresión M10%-1 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE	
	NORMA:	ASTM D2166, NTP E-080	
	TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESION Y FLEXION DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"	
ID. DEL ADOBE	M10% -1	CONSISTENCIA	10% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	403.55
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 dias	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ
1	500	0.12	1.239	0.013
2	1000	0.41	2.478	0.043
3	1500	0.74	3.717	0.078
4	2000	1.09	4.956	0.115
5	2500	1.37	6.195	0.145
6	3000	1.69	7.434	0.179
7	3500	2.21	8.673	0.234
8	4000	2.68	9.912	0.284
9	4500	3.26	11.151	0.345
10	5000	3.74	12.390	0.396
11	5500	4.05	13.629	0.429
12	5834	5.01	14.457	0.530

Datos de muestra:	
Muestra:	M10% -1
Long. (cm):	28.56
Ancho (cm):	14.13
Alto (cm):	9.45
Area (cm ²):	403.55

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN





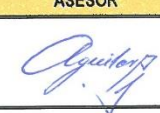

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 60

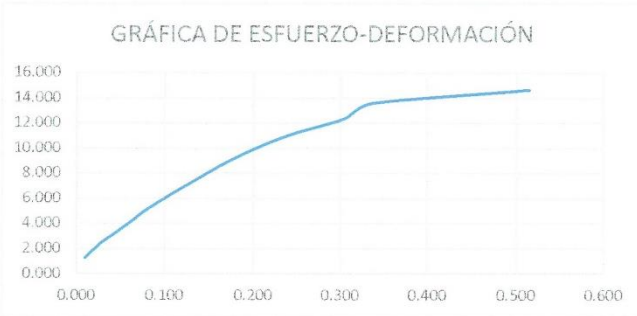
Ensayo de resistencia a la compresión M10%-2 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE	
	NORMA:	ASTM D2166, NTP E-080	
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	M10%-2	CONSISTENCIA	10% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	405.40
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	500	0.09	1.233	0.009
2	1000	0.27	2.467	0.028
3	1500	0.51	3.700	0.054
4	2000	0.73	4.933	0.077
5	2500	0.98	6.167	0.103
6	3000	1.26	7.400	0.133
7	3500	1.55	8.633	0.163
8	4000	1.89	9.867	0.199
9	4500	2.31	11.10	0.243
10	5000	2.89	12.33	0.304
11	5500	3.20	13.57	0.337
12	5943	4.89	14.66	0.515

Datos de muestra:	
Muestra:	M10%-2
Long. (cm):	28.65
Ancho (cm):	14.15
Alto (cm):	9.50
Area (cm ²):	405.40

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN






OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 61

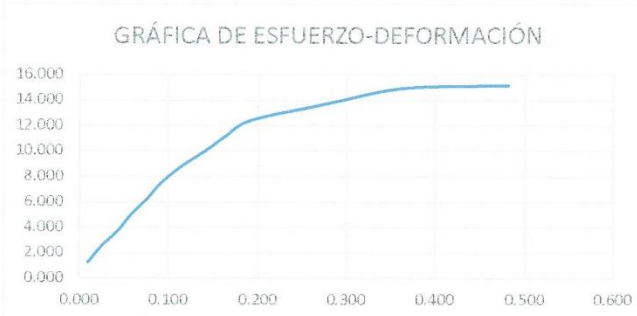
Ensayo de resistencia a la compresión M10%-3 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	ASTM D2166, NTP E-080		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	M10% -3	CONSISTENCIA	10% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	402.53
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 dias	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	500	0.09	1.242	0.009
2	1000	0.23	2.484	0.024
3	1500	0.41	3.726	0.043
4	2000	0.55	4.969	0.058
5	2500	0.72	6.211	0.075
6	3000	0.87	7.453	0.091
7	3500	1.07	8.695	0.112
8	4000	1.33	9.937	0.139
9	4500	1.56	11.179	0.163
10	5000	1.83	12.421	0.192
11	5500	2.61	13.664	0.273
12	6000	3.45	14.906	0.361
13	6105	4.60	15.167	0.482

Datos de muestra:	
Muestra:	M10% -3
Long. (cm):	28.65
Ancho (cm):	14.05
Alto (cm):	9.55
Area (cm²):	402.53

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN





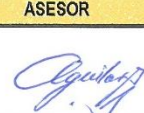

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 62


Ensayo de resistencia a la compresión M10%-4 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE	
	NORMA:	ASTM D2166, NTP E-080	
	TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"	
ID. DEL ADOBE	M10%-4	CONSISTENCIA	10% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	403.13
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	500	0.06	1.240	0.007
2	1000	0.18	2.481	0.020
3	1500	0.55	3.721	0.062
4	2000	0.75	4.961	0.085
5	2500	0.97	6.201	0.110
6	3000	1.11	7.442	0.125
7	3500	1.33	8.682	0.150
8	4000	2.05	9.922	0.232
9	4500	2.6	11.163	0.294
10	5000	2.85	12.403	0.322
11	5500	3.05	13.643	0.345
12	5960	3.45	14.784	0.390

Datos de muestra:	
Muestra:	M10%-4
Long. (cm):	28.53
Ancho (cm):	14.13
Alto (cm):	8.85
Area (cm ²):	403.13

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN







OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 63

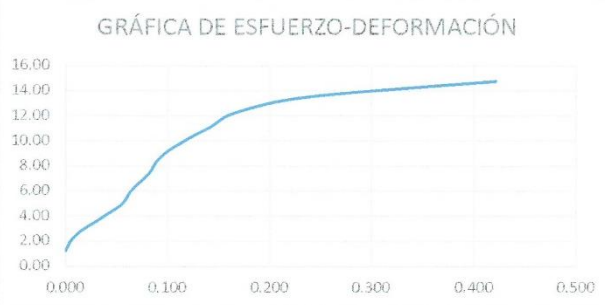
Ensayo de resistencia a la compresión M10%-5 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE	
	NORMA:	ASTM D2166, NTP E-080	
	TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"	
ID. DEL ADOBE	M10%-5	CONSISTENCIA	10% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	406.11
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	500	0.00	1.23	0.000
2	1000	0.09	2.46	0.010
3	1500	0.30	3.69	0.032
4	2000	0.51	4.92	0.055
5	2500	0.61	6.16	0.066
6	3000	0.76	7.39	0.082
7	3500	0.85	8.62	0.091
8	4000	1.05	9.85	0.113
9	4500	1.31	11.08	0.141
10	5000	1.56	12.31	0.168
11	5500	2.23	13.54	0.240
12	6000	3.91	14.77	0.420
13	6005	3.91	14.79	0.420

Datos de muestra:	
Muestra:	M10% -5
Long. (cm):	28.7
Ancho (cm):	14.15
Alto (cm):	9.30
Area (cm²):	406.11

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN



OBSERVACIONES:

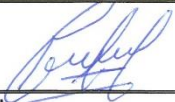


RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 64

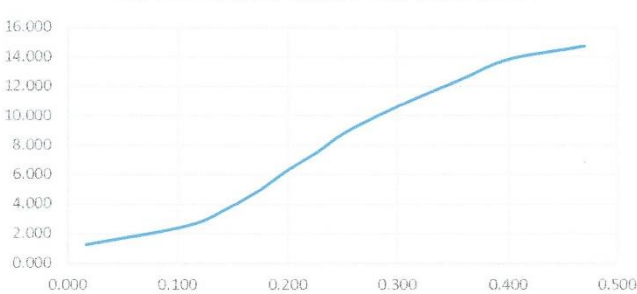
Ensayo de resistencia a la compresión M10%-6 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	ASTM D2166, NTP E-080		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	M10%-6	CONSISTENCIA	10% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	397.30
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 dias	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	500	0.15	1.258	0.016
2	1000	0.99	2.517	0.108
3	1500	1.34	3.775	0.147
4	2000	1.6	5.034	0.175
5	2500	1.82	6.292	0.199
6	3000	2.07	7.551	0.227
7	3500	2.29	8.809	0.251
8	4000	2.59	10.068	0.284
9	4500	2.93	11.326	0.321
10	5000	3.29	12.585	0.360
11	5500	3.66	13.843	0.401
12	5855	4.29	14.737	0.470

Datos de muestra:	
Muestra:	M10%-6
Long. (cm):	28.48
Ancho (cm):	13.95
Alto (cm):	9.13
Area (cm ²):	397.30

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN



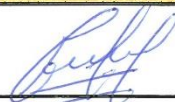


OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 65

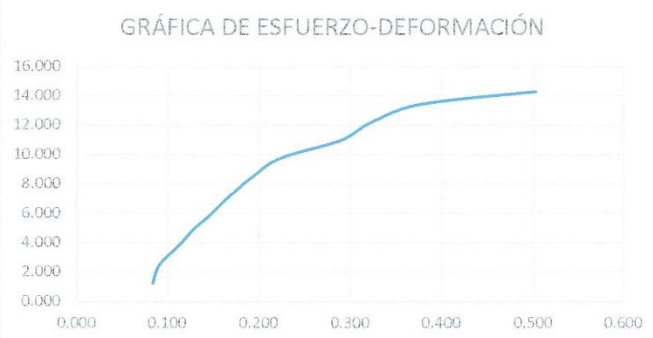
Ensayo de resistencia a la compresión M10%-7 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	ASTM D2166, NTP E-080		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	M10%-7	CONSISTENCIA	10% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	410.12
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	500	0.79	1.219	0.084
2	1000	0.85	2.438	0.090
3	1500	1.04	3.657	0.110
4	2000	1.21	4.877	0.128
5	2500	1.42	6.096	0.150
6	3000	1.61	7.315	0.170
7	3500	1.83	8.534	0.194
8	4000	2.11	9.753	0.223
9	4500	2.73	10.972	0.289
10	5000	3.05	12.192	0.323
11	5500	3.55	13.411	0.376
12	5855	4.75	14.276	0.503

Datos de muestra:	
Muestra:	M10% -7
Long. (cm):	28.68
Ancho (cm):	14.30
Alto (cm):	9.45
Area (cm ²):	410.12

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN





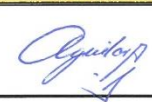
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 66

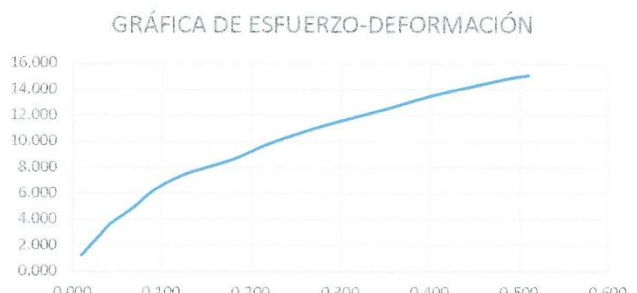
Ensayo de resistencia a la compresión M10%-8 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	ASTM D2166, NTP E-080		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	M10%-8	CONSISTENCIA	10% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm²):	403.28
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	500	0.09	1.240	0.010
2	1000	0.25	2.480	0.027
3	1500	0.41	3.720	0.044
4	2000	0.65	4.959	0.070
5	2500	0.84	6.199	0.090
6	3000	1.17	7.439	0.125
7	3500	1.69	8.679	0.181
8	4000	2.07	9.919	0.222
9	4500	2.59	11.159	0.278
10	5000	3.22	12.398	0.345
11	5500	3.81	13.638	0.408
12	6000	4.55	14.878	0.488
13	6081	4.75	15.079	0.509

Datos de muestra:	
Muestra:	M10%-8
Long. (cm):	28.5
Ancho (cm):	14.15
Alto (cm):	9.33
Area (cm²):	403.28

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN



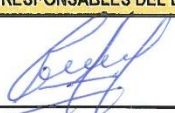

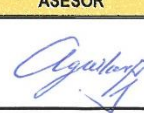

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 67

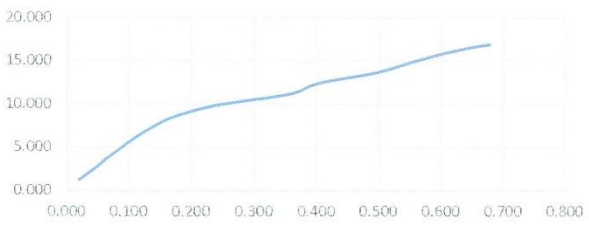
Ensayo de resistencia a la compresión M15%-1 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE	
	NORMA:	NTP E-080, ASTM D2166	
	TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"	
ID. DEL ADOBE	M15%-1	CONSISTENCIA	15% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	403.85
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez

N°	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	500	0.18	1.238	0.019
2	1000	0.41	2.476	0.043
3	1500	0.61	3.714	0.064
4	2000	0.83	4.952	0.087
5	2500	1.06	6.190	0.112
6	3000	1.33	7.429	0.140
7	3500	1.69	8.667	0.178
8	4000	2.33	9.905	0.245
9	4500	3.38	11.143	0.356
10	5000	3.80	12.381	0.400
11	5500	4.68	13.619	0.493
12	6000	5.26	14.857	0.554
13	6500	5.86	16.095	0.617
14	6831	6.44	16.915	0.678

Datos de muestra:	
Muestra:	M15%-1
Long. (cm):	28.48
Ancho (cm):	14.18
Alto (cm):	9.50
Area (cm ²):	403.85

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN



OBSERVACIONES:

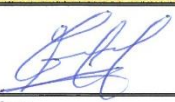



RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 68

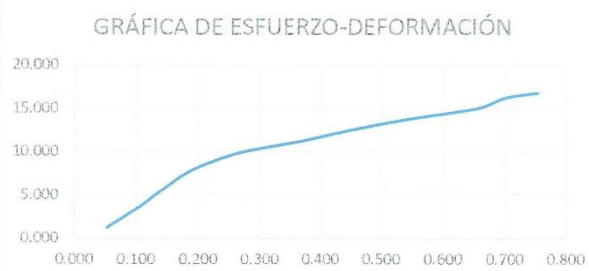
Ensayo de resistencia a la compresión M15%-2 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE	
	NORMA:	NTP E-080, ASTM D2166	
	TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"	
ID. DEL ADOBE	M15%-2	CONSISTENCIA	15% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	399.87
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 dias	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ
1	500	0.48	1.250	0.053
2	1000	0.72	2.501	0.080
3	1500	0.97	3.751	0.107
4	2000	1.18	5.002	0.130
5	2500	1.39	6.252	0.154
6	3000	1.62	7.502	0.179
7	3500	1.97	8.753	0.218
8	4000	2.47	10.003	0.273
9	4500	3.33	11.25	0.368
10	5000	4.05	12.50	0.448
11	5500	4.88	13.75	0.539
12	6000	5.90	15.00	0.652
13	6500	6.35	16.26	0.702
14	6731	6.82	16.83	0.754

Datos de muestra:	
Muestra:	M15%-2
Long. (cm):	28.4
Ancho (cm):	14.08
Alto (cm):	9.05
Area (cm ²):	399.87

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN




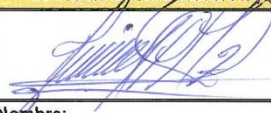
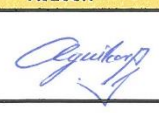
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 69

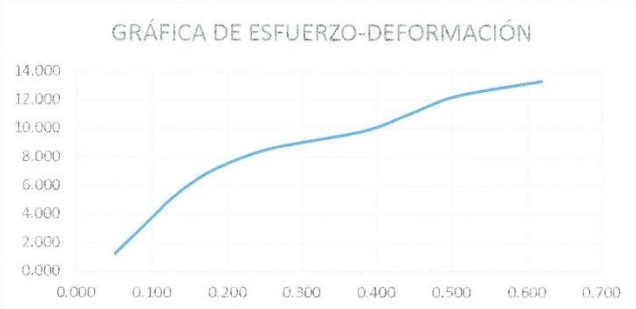
Ensayo de resistencia a la compresión M15%-3 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	NTP E-080, ASTM D2166		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	M15%-3	CONSISTENCIA	15% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	406.27
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 dias	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	500	0.49	1.231	0.051
2	1000	0.71	2.461	0.074
3	1500	0.94	3.692	0.098
4	2000	1.16	4.923	0.121
5	2500	1.43	6.154	0.150
6	3000	1.82	7.384	0.191
7	3500	2.47	8.615	0.259
8	4000	3.65	9.846	0.382
9	4500	4.25	11.076	0.445
10	5000	4.85	12.307	0.508
11	5413	5.91	13.324	0.619

Datos de muestra:	
Muestra:	M15%-3
Long. (cm):	28.55
Ancho (cm):	14.23
Alto (cm):	9.55
Area (cm ²):	406.27

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN



OBSERVACIONES:


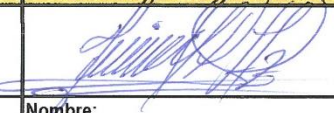
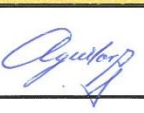

RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 70

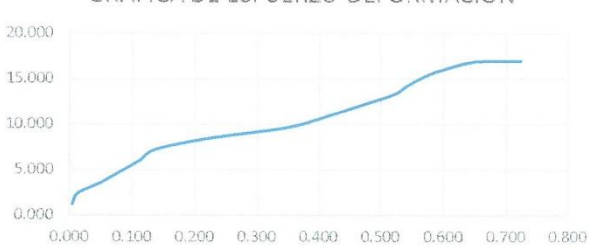
Ensayo de resistencia a la compresión M15%-4 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE	
	NORMA:	NTP E-080, ASTM D2166	
	TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"	
ID. DEL ADOBE	M15%-4	CONSISTENCIA	15% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	414.58
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 dias	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	500	0.04	1.206	0.004
2	1000	0.12	2.412	0.013
3	1500	0.47	3.618	0.050
4	2000	0.76	4.824	0.081
5	2500	1.04	6.030	0.111
6	3000	1.27	7.236	0.136
7	3500	2.06	8.442	0.221
8	4000	3.25	9.648	0.348
9	4500	3.85	10.854	0.413
10	5000	4.35	12.060	0.466
11	5500	4.85	13.266	0.520
12	6000	5.10	14.472	0.547
13	6500	5.45	15.679	0.584
14	7000	6.05	16.885	0.648
15	7055	6.75	17.017	0.723

Datos de muestra:	
Muestra:	M15%-4
Long. (cm):	28.83
Ancho (cm):	14.38
Alto (cm):	9.33
Area (cm ²):	414.58

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN




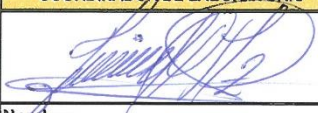

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 71

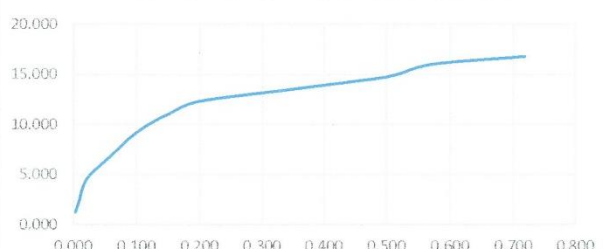
Ensayo de resistencia a la compresión M15%-5 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	NTP E-080, ASTM D2166		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESION Y FLEXION DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	M15%-5	CONSISTENCIA	15% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	406.27
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	500	0.03	1.231	0.003
2	1000	0.09	2.461	0.009
3	1500	0.14	3.692	0.015
4	2000	0.24	4.923	0.025
5	2500	0.45	6.154	0.047
6	3000	0.65	7.384	0.068
7	3500	0.84	8.615	0.088
8	4000	1.09	9.846	0.114
9	4500	1.43	11.076	0.150
10	5000	1.89	12.307	0.198
11	5500	3.35	13.538	0.352
12	6000	4.75	14.769	0.498
13	6500	5.45	15.999	0.572
14	6825	6.85	16.799	0.719

Datos de muestra:	
Muestra:	M15%-5
Long. (cm):	28.55
Ancho (cm):	14.23
Alto (cm):	9.53
Area (cm ²):	406.27

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN







OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 72

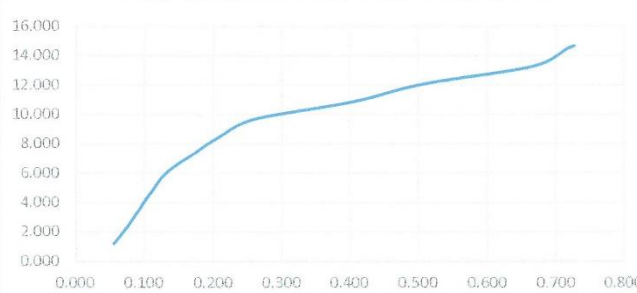
Ensayo de resistencia a la compresión M15%-6 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE	
	NORMA:	NTP E-080, ASTM D2166	
	TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"	
ID. DEL ADOBE	M15%-6	CONSISTENCIA	15% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	414.00
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	500	0.54	1.208	0.056
2	1000	0.74	2.415	0.076
3	1500	0.91	3.623	0.094
4	2000	1.08	4.831	0.111
5	2500	1.28	6.039	0.132
6	3000	1.63	7.246	0.168
7	3500	2.01	8.454	0.207
8	4000	2.52	9.662	0.260
9	4500	3.94	10.870	0.406
10	5000	4.91	12.077	0.506
11	5500	6.48	13.285	0.668
12	6000	6.95	14.493	0.716
13	6079	7.05	14.684	0.727

Datos de muestra:	
Muestra:	M15%-6
Long. (cm):	28.75
Ancho (cm):	14.40
Alto (cm):	9.70
Area (cm ²):	414.00

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN



The graph shows a non-linear relationship between stress (σ) and strain (ε_u). The x-axis represents strain (ε_u) from 0.000 to 0.800, and the y-axis represents stress (σ) from 0.000 to 16.000 kg/cm². The curve starts at approximately (0.05, 1.2) and rises to (0.727, 14.684).




OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 73

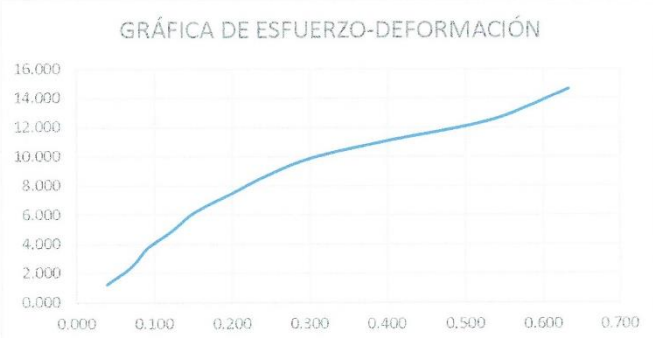
Ensayo de resistencia a la compresión M15%-7 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	NTP E-080, ASTM D2166		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	M15%-7	CONSISTENCIA	15% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	404.40
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 dias	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	500	0.36	1.236	0.039
2	1000	0.66	2.473	0.071
3	1500	0.84	3.709	0.091
4	2000	1.14	4.946	0.123
5	2500	1.40	6.182	0.151
6	3000	1.82	7.418	0.197
7	3500	2.24	8.655	0.242
8	4000	2.79	9.891	0.302
9	4500	3.74	11.128	0.404
10	5000	4.84	12.364	0.523
11	5500	5.43	13.600	0.587
12	5924	5.85	14.649	0.632

Datos de muestra:	
Muestra:	M15%-7
Long. (cm):	28.28
Ancho (cm):	14.30
Alto (cm):	9.25
Area (cm²):	404.40

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN





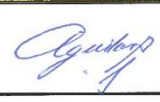
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 74

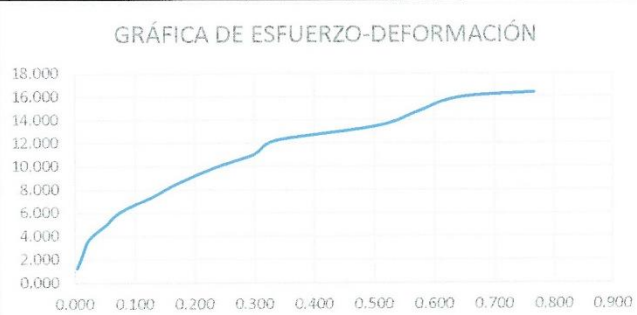
Ensayo de resistencia a la compresión M15%-8 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.



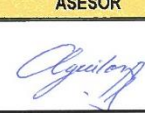
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	NTP E-080, ASTM D2166		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	M15%-8	CONSISTENCIA	15% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	407.98
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 dias	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	500	0.03	1.226	0.003
2	1000	0.12	2.451	0.013
3	1500	0.20	3.677	0.022
4	2000	0.45	4.902	0.050
5	2500	0.69	6.128	0.077
6	3000	1.15	7.353	0.128
7	3500	1.55	8.579	0.172
8	4000	2.05	9.804	0.228
9	4500	2.68	11.030	0.298
10	5000	3.01	12.256	0.334
11	5500	4.55	13.481	0.506
12	6000	5.15	14.707	0.572
13	6500	5.75	15.932	0.639
14	6680	6.90	16.373	0.767

Datos de muestra:	
Muestra:	M15%-8
Long. (cm):	28.57
Ancho (cm):	14.28
Alto (cm):	9.00
Area (cm²):	407.98

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN




OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

5.5. ANEXO N° 5. ENSAYOS DE RESISTENCIA A FLEXIÓN.

Figura 75


Ensayo de resistencia a la flexión muestra patrón 1.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE	
	NORMA:	-	
	TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"	
ID. DEL ADOBE	P F-1	CONSISTENCIA	Patrón
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	399.83
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

N°	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	Eu
1	50	0.06	1.921	0.007
2	100	0.20	3.843	0.022
3	150	0.34	5.764	0.038
4	200	0.48	7.685	0.054
5	250	0.63	9.607	0.071
6	300	0.96	11.528	0.108
7	350	1.16	13.449	0.130
8	400	1.45	15.371	0.162
9	450	1.76	17.292	0.197
10	500	2.12	19.213	0.237
11	550	2.33	21.135	0.261
12	600	2.51	23.056	0.281
13	650	2.72	24.977	0.305
14	700	2.89	26.899	0.324
15	726	3.35	27.898	0.375

Datos de muestra:	
Muestra:	P F-1
Long. (cm):	28.58
Ancho (cm):	13.99
Alto (cm):	8.93
Area (cm ²):	399.83

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN






OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 76

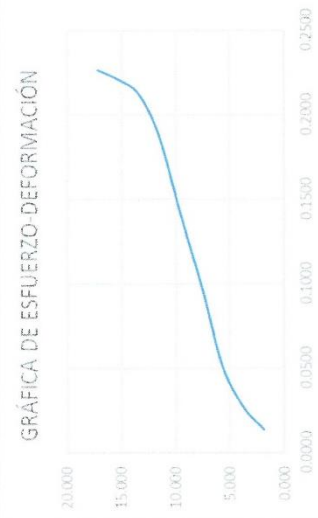
Ensayo de resistencia a la flexión muestra patrón 2.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	-		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	P F-2	CONSISTENCIA	Patrón
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	403.42
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	50	0.12	1.911	0.014
2	100	0.24	3.822	0.027
3	150	0.46	5.733	0.052
4	200	0.88	7.644	0.099
5	250	1.25	9.555	0.141
6	300	1.65	11.466	0.186
7	350	1.88	13.377	0.212
8	400	1.96	15.288	0.221
9	450	2.01	17.199	0.226
10	500	2.43	19.110	0.274
11	550	2.61	21.021	0.294
12	600	2.73	22.932	0.307
13	650	2.99	24.843	0.337
14	700	3.55	26.754	0.400
15	750	3.68	28.664	0.414
16	804	3.85	30.728	0.434

Datos de muestra:	
Muestra:	P F-2
Long. (cm):	28.47
Ancho (cm):	14.17
Alto (cm):	8.88
Area (cm ²):	403.42

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN





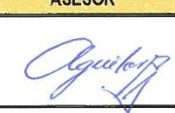
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 77

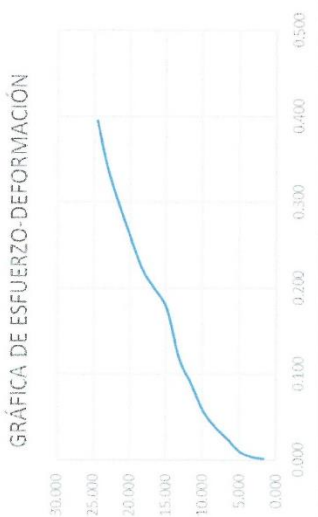
Ensayo de resistencia a la flexión muestra patrón 3.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	-		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	P F-3	CONSISTENCIA	Patrón
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	405.69
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	50	0.01	1.649	0.001
2	100	0.03	3.297	0.003
3	150	0.09	4.946	0.009
4	200	0.23	6.595	0.024
5	250	0.36	8.243	0.038
6	300	0.54	9.892	0.057
7	350	0.84	11.541	0.088
8	400	1.12	13.189	0.118
9	450	1.66	14.838	0.175
10	500	1.88	16.487	0.198
11	550	2.09	18.136	0.220
12	600	2.44	19.784	0.257
13	650	2.82	21.433	0.297
14	700	3.25	23.082	0.342
15	742	3.75	24.466	0.395

Datos de muestra:	
Muestra:	P F-3
Long. (cm):	28.37
Ancho (cm):	14.30
Alto (cm):	9.50
Area (cm ²):	405.69

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN



OBSERVACIONES:




RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 78


Ensayo de resistencia a la flexión muestra patrón 4.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	-		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	P F-4	CONSISTENCIA	Patrón
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	402.14
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 dias	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	50	0.09	1.673	0.010
2	100	0.31	3.345	0.033
3	150	0.59	5.018	0.062
4	200	0.76	6.690	0.080
5	250	0.96	8.363	0.102
6	300	1.09	10.036	0.115
7	350	1.27	11.708	0.134
8	400	1.45	13.381	0.153
9	450	1.63	15.053	0.172
10	500	1.76	16.726	0.186
11	550	1.89	18.399	0.200
12	600	2.09	20.071	0.221
13	650	2.23	21.744	0.236
14	700	2.37	23.416	0.251
15	750	2.53	25.089	0.268
16	800	2.75	26.761	0.291
17	863	3.05	28.869	0.323

Datos de muestra:	
Muestra:	P F-4
Long. (cm):	28.3
Ancho (cm):	14.21
Alto (cm):	9.45
Area (cm ²):	402.14

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN



OBSERVACIONES:

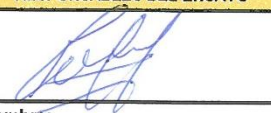

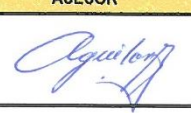

RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 79

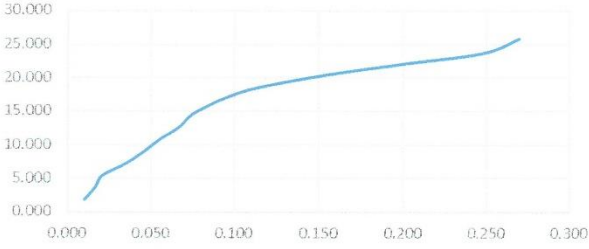
Ensayo de resistencia a la flexión muestra patrón 5.

	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE	
	NORMA:	-	
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	P F-5	CONSISTENCIA	Patrón
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	399.60
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	50	0.09	1.821	0.010
2	100	0.15	3.641	0.017
3	150	0.19	5.462	0.021
4	200	0.32	7.283	0.035
5	250	0.42	9.103	0.046
6	300	0.51	10.924	0.056
7	350	0.61	12.745	0.067
8	400	0.68	14.565	0.075
9	450	0.81	16.386	0.089
10	500	0.99	18.207	0.109
11	550	1.32	20.027	0.145
12	600	1.75	21.848	0.193
13	650	2.25	23.668	0.248
14	709	2.45	25.817	0.270

Datos de muestra:	
Muestra:	P F-5
Long. (cm):	28.28
Ancho (cm):	14.13
Alto (cm):	9.08
Area (cm²):	399.6

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN







OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 80


Ensayo de resistencia a la flexión muestra patrón 6.

	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE	
	NORMA:	-	
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	P F-6	CONSISTENCIA	Patrón
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	406.84
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	50	0.23	1.703	0.025
2	100	0.46	3.406	0.049
3	150	0.82	5.109	0.087
4	200	1.23	6.812	0.131
5	250	1.41	8.515	0.150
6	300	1.67	10.218	0.178
7	350	1.96	11.921	0.209
8	400	2.28	13.624	0.243
9	450	2.48	15.328	0.264
10	500	2.71	17.031	0.289
11	550	3.05	18.734	0.325
12	600	3.22	20.437	0.343
13	650	3.33	22.140	0.355
14	699	3.55	23.809	0.378

Datos de muestra:	
Muestra:	P F-6
Long. (cm):	28.51
Ancho (cm):	14.27
Alto (cm):	9.38
Area (cm ²):	406.84

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN





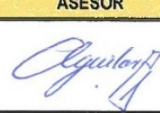

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 81


Ensayo de resistencia a la flexión muestra patrón 7.

	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE	
	NORMA:	-	
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	P F-7	CONSISTENCIA	Patrón
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	396.18
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	50	0.00	1.707	0.000
2	100	0.06	3.415	0.006
3	150	0.12	5.122	0.013
4	200	0.26	6.829	0.028
5	250	0.38	8.537	0.040
6	300	0.52	10.244	0.055
7	350	0.72	11.952	0.076
8	400	0.94	13.659	0.099
9	450	1.10	15.366	0.116
10	500	1.28	17.074	0.135
11	550	1.58	18.781	0.167
12	608	2.25	20.761	0.238

Datos de muestra:	
Muestra:	P F-7
Long. (cm):	28.38
Ancho (cm):	13.96
Alto (cm):	9.45
Area (cm ²):	396.18

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN



OBSERVACIONES:




RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 82


Ensayo de resistencia a la flexión muestra patrón 8.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	-		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	P F-8	CONSISTENCIA	Patrón
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	400.99
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	50	0.12	1.828	0.013
2	100	0.26	3.656	0.029
3	150	0.55	5.484	0.061
4	200	0.68	7.312	0.075
5	250	0.76	9.140	0.084
6	300	0.82	10.968	0.091
7	350	0.99	12.796	0.109
8	400	1.09	14.624	0.120
9	450	1.22	16.452	0.135
10	500	1.33	18.280	0.147
11	550	1.58	20.108	0.174
12	600	1.83	21.936	0.202
13	650	2.01	23.764	0.222
14	700	2.45	25.592	0.270
15	750	3.12	27.420	0.344
16	800	3.22	29.248	0.355
17	833	3.32	30.455	0.366

Datos de muestra:	
Muestra:	P F-8
Long. (cm):	29.37
Ancho (cm):	14.68
Alto (cm):	9.06
Area (cm ²):	431.15

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN





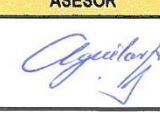

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

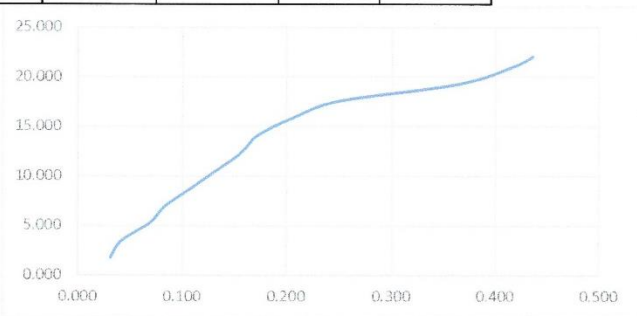
Figura 83

Ensayo de resistencia a la flexión 5%F-1 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE	
	NORMA:	-	
	TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"	
ID. DEL ADOBE	5% F-1	CONSISTENCIA	5% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	404.41
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 dias	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	50	0.29	1.759	0.031
2	100	0.39	3.518	0.042
3	150	0.64	5.277	0.069
4	200	0.78	7.036	0.084
5	250	1.01	8.795	0.109
6	300	1.23	10.554	0.133
7	350	1.45	12.313	0.156
8	400	1.60	14.072	0.172
9	450	1.91	15.831	0.206
10	500	2.33	17.590	0.251
11	550	3.41	19.349	0.367
12	600	3.89	21.108	0.419
13	627	4.05	22.058	0.436

Datos de muestra:	
Muestra:	5% F-1
Long. (cm):	28.58
Ancho (cm):	14.15
Alto (cm):	9.28
Area (cm²):	404.41



The graph plots stress (σ) in kg/cm² on the y-axis (0.000 to 25.000) against strain (ε_u) on the x-axis (0.000 to 0.500). The curve shows an initial linear elastic region up to approximately 15 kg/cm², followed by a yield point and a strain-hardening region that levels off towards the end of the test.



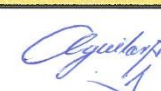

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

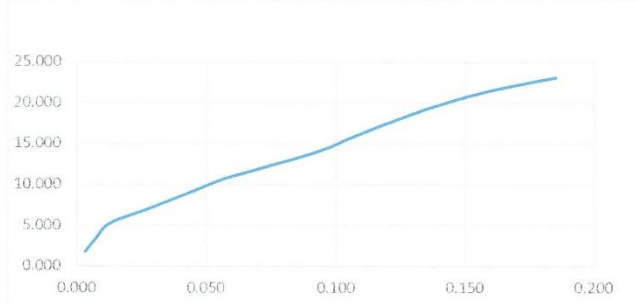
Figura 84

Ensayo de resistencia a la flexión 5%F-2 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE	
	NORMA:	-	
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	5% F-2	CONSISTENCIA	5% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	405.26
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	50	0.03	1.774	0.003
2	100	0.07	3.549	0.008
3	150	0.12	5.323	0.013
4	200	0.26	7.097	0.028
5	250	0.39	8.872	0.042
6	300	0.52	10.646	0.056
7	350	0.70	12.421	0.076
8	400	0.87	14.195	0.094
9	450	0.99	15.969	0.107
10	500	1.12	17.744	0.121
11	550	1.27	19.518	0.138
12	600	1.45	21.292	0.157
13	652	1.71	23.138	0.185

Datos de muestra:	
Muestra:	5% F-2
Long. (cm):	28.58
Ancho (cm):	14.18
Alto (cm):	9.23
Area (cm²):	405.26






OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 85


Ensayo de resistencia a la flexión 5%F-3 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	-		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	5% F-3	CONSISTENCIA	5% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	406.69
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	50	0.07	1.652	0.007
2	100	0.14	3.303	0.015
3	150	0.19	4.955	0.020
4	200	0.28	6.607	0.029
5	250	0.41	8.258	0.043
6	300	0.50	9.910	0.052
7	350	0.68	11.561	0.071
8	400	0.85	13.213	0.089
9	450	0.99	14.865	0.104
10	500	1.12	16.516	0.117
11	550	1.27	18.168	0.133
12	600	1.45	19.820	0.152
13	650	1.71	21.471	0.179
14	684	191.00	22.594	20.000

Datos de muestra:	
Muestra:	5% F-3
Long. (cm):	28.58
Ancho (cm):	14.23
Alto (cm):	9.55
Area (cm ²):	406.69

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN



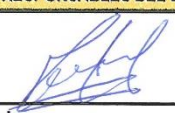



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 86

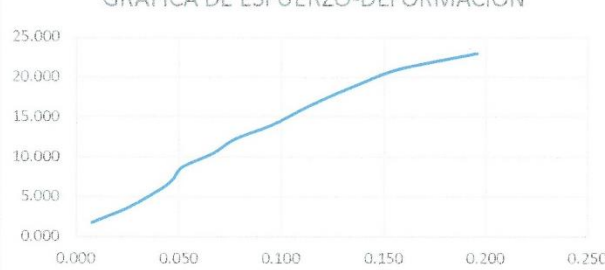
Ensayo de resistencia a la flexión 5%F-4 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE	
	NORMA:	-	
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	5% F-4	CONSISTENCIA	5% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	406.83
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 dias	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	50	0.07	1.750	0.008
2	100	0.22	3.499	0.024
3	150	0.34	5.249	0.037
4	200	0.43	6.998	0.046
5	250	0.48	8.748	0.052
6	300	0.62	10.497	0.067
7	350	0.72	12.247	0.077
8	400	0.89	13.997	0.096
9	450	1.01	15.746	0.109
10	500	1.14	17.496	0.123
11	550	1.29	19.245	0.139
12	600	1.46	20.995	0.157
13	658	1.82	23.024	0.196

Datos de muestra:	
Muestra:	5% F-4
Long. (cm):	28.65
Ancho (cm):	14.20
Alto (cm):	9.30
Area (cm ²):	406.83

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN





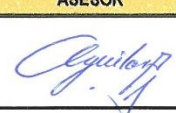
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

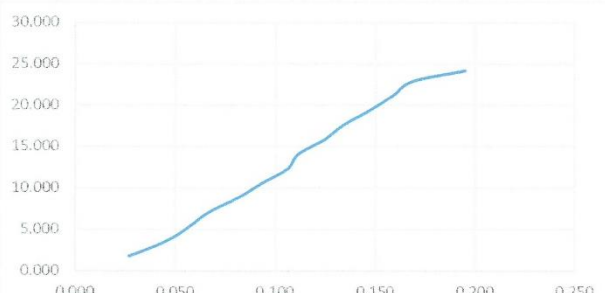
Figura 87

Ensayo de resistencia a la flexión 5%F-5 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	-		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	5% F-5	CONSISTENCIA	5% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	386.38
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	50	0.25	1.761	0.027
2	100	0.42	3.522	0.045
3	150	0.53	5.282	0.057
4	200	0.62	7.043	0.066
5	250	0.76	8.804	0.081
6	300	0.87	10.565	0.093
7	350	0.99	12.325	0.106
8	400	1.04	14.086	0.111
9	450	1.16	15.847	0.124
10	500	1.25	17.608	0.134
11	550	1.37	19.368	0.147
12	600	1.48	21.129	0.159
13	650	1.57	22.890	0.168
14	687	1.82	24.193	0.195

Datos de muestra:	
Muestra:	5% F-5
Long. (cm):	28.1
Ancho (cm):	13.75
Alto (cm):	9.33
Area (cm ²):	386.38



OBSERVACIONES:


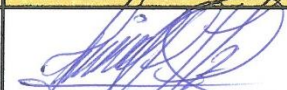
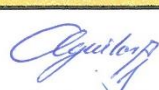
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 88

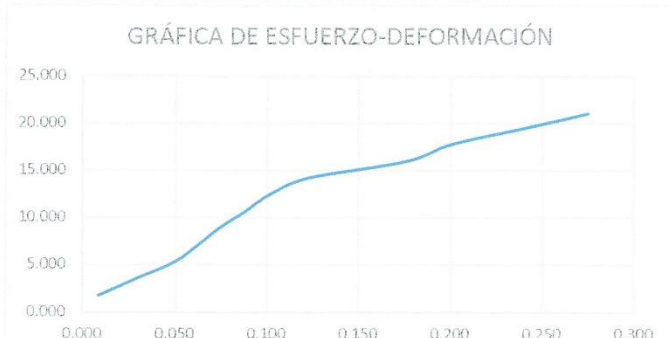
Ensayo de resistencia a la flexión 5%F-6 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	-		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	5% F-6	CONSISTENCIA	5% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	#REF!
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	50	0.08	1.778	0.009
2	100	0.27	3.556	0.029
3	150	0.46	5.334	0.050
4	200	0.57	7.112	0.062
5	250	0.68	8.890	0.074
6	300	0.81	10.668	0.088
7	350	0.93	12.446	0.101
8	400	1.13	14.224	0.123
9	450	1.62	16.002	0.176
10	500	1.84	17.780	0.200
11	550	2.22	19.558	0.242
12	592	2.53	21.051	0.275

Datos de muestra:	
Muestra:	5% F-6
Long. (cm):	28.03
Ancho (cm):	14.00
Alto (cm):	9.19
Area (cm ²):	392.42

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN






OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

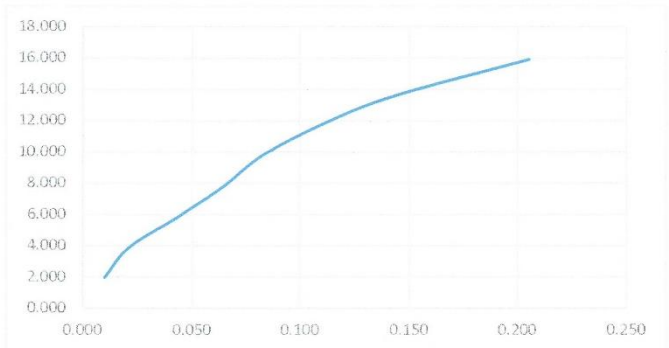
Figura 89

Ensayo de resistencia a la flexión 5%F-7 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	-		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	5% F-7	CONSISTENCIA	5% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	386.18
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	50	0.09	1.948	0.010
2	100	0.19	3.895	0.021
3	150	0.39	5.843	0.043
4	200	0.58	7.790	0.064
5	250	0.74	9.738	0.082
6	300	0.98	11.685	0.109
7	350	1.30	13.633	0.144
8	408	1.85	15.892	0.206

Datos de muestra:	
Muestra:	5% F-7
Long. (cm):	28.5
Ancho (cm):	13.55
Alto (cm):	9.00
Area (cm ²):	386.18



The graph plots Load (kg) on the y-axis (0.000 to 18.000) against Deformation on the x-axis (0.000 to 0.250). The curve shows a non-linear increase in load with deformation, reaching approximately 15.9 kg at a deformation of 0.206.




OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 90

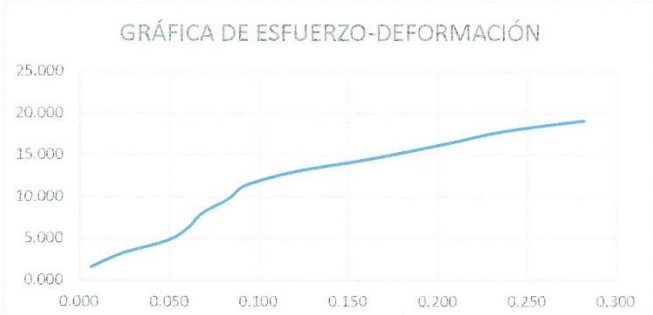
Ensayo de resistencia a la flexión 5%F-8 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	-		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	5% F-8	CONSISTENCIA	5% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	398.17
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	50	0.06	1.619	0.006
2	100	0.23	3.238	0.024
3	150	0.48	4.857	0.050
4	200	0.59	6.476	0.061
5	250	0.66	8.095	0.068
6	300	0.80	9.714	0.083
7	350	0.89	11.333	0.092
8	400	1.15	12.953	0.119
9	450	1.58	14.572	0.163
10	500	1.94	16.191	0.200
11	550	2.28	17.810	0.236
12	591	2.73	19.137	0.282

Datos de muestra:	
Muestra:	5% F-8
Long. (cm):	28.38
Ancho (cm):	14.03
Alto (cm):	9.68
Area (cm ²):	398.17

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN



OBSERVACIONES:


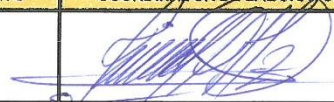


RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 91

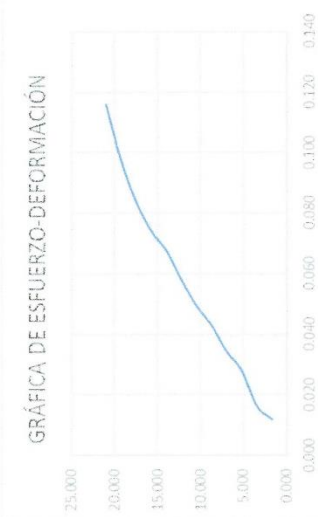
Ensayo de resistencia a la flexión 10%F-1 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE	
	NORMA:	-	
	TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"	
ID. DEL ADOBE	10% F-1	CONSISTENCIA	10% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	408.38
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	50	0.11	1.750	0.012
2	100	0.15	3.500	0.016
3	150	0.26	5.250	0.028
4	200	0.32	7.000	0.034
5	250	0.4	8.750	0.043
6	300	0.46	10.499	0.049
7	350	0.54	12.249	0.058
8	400	0.63	13.999	0.068
9	450	0.69	15.749	0.074
10	500	0.78	17.499	0.084
11	550	0.91	19.249	0.098
12	600	1.08	20.999	0.116
13	650	1.26	22.749	0.135
14	700	1.46	24.499	0.156
15	750	1.85	26.249	0.198
16	800	1.96	27.998	0.210
17	850	2.22	29.748	0.238
18	900	2.32	31.498	0.249
19	950	2.44	33.248	0.262

Datos de muestra:	
Muestra:	10% F-1
Long. (cm):	28.8
Ancho (cm):	14.18
Alto (cm):	9.33
Area (cm ²):	408.38

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN



The graph shows a linear relationship between stress (σ) and strain (ε_u). The x-axis represents strain (ε_u) from 0.000 to 0.260, and the y-axis represents stress (σ) from 0.000 to 25.000 kg/cm². The data points from the table are plotted, showing a steady increase in stress with strain.




OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 92

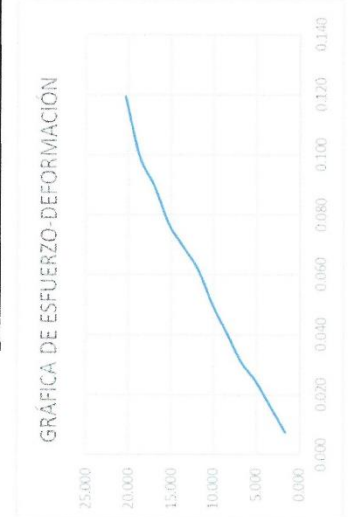
Ensayo de resistencia a la flexión 10%F-2 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	-		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	10% F-2	CONSISTENCIA	10% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	399.74
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	50	0.07	1.702	0.007
2	100	0.15	3.404	0.016
3	150	0.23	5.106	0.025
4	200	0.29	6.807	0.031
5	250	0.38	8.509	0.041
6	300	0.47	10.211	0.050
7	350	0.58	11.913	0.062
8	400	0.65	13.615	0.069
9	450	0.72	15.317	0.077
10	500	0.84	17.018	0.090
11	550	0.93	18.720	0.099
12	600	1.12	20.422	0.119
13	650	1.32	22.124	0.141
14	700	1.48	23.826	0.158
15	750	1.87	25.528	0.199
16	800	2.02	27.229	0.215
17	854	2.48	29.067	0.264

Datos de muestra:	
Muestra:	10% F-2
Long. (cm):	28.25
Ancho (cm):	14.15
Alto (cm):	9.38
Area (cm²):	399.74

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACION






OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 93

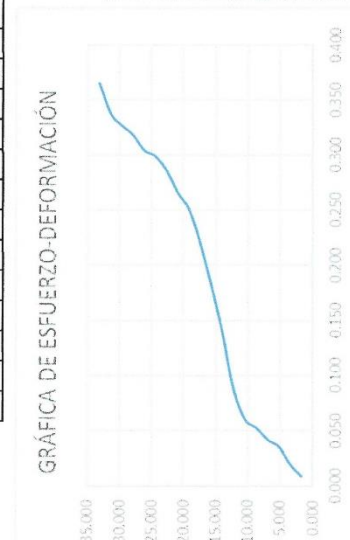
Ensayo de resistencia a la flexión 10%F-3 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	-		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	10%F-3	CONSISTENCIA	10% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	411.83
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	50	0.08	1.741	0.009
2	100	0.18	3.482	0.019
3	150	0.33	5.224	0.035
4	200	0.39	6.965	0.042
5	250	0.49	8.706	0.052
6	300	0.56	10.447	0.060
7	350	0.81	12.188	0.087
8	400	1.29	13.929	0.138
9	450	1.69	15.671	0.181
10	500	2.05	17.412	0.219
11	550	2.34	19.153	0.251
12	600	2.48	20.894	0.266
13	650	2.67	22.635	0.286
14	700	2.79	24.377	0.299
15	750	2.84	26.118	0.304
16	800	2.97	27.859	0.318
17	850	3.05	29.600	0.327
18	900	3.15	31.341	0.337
19	951	3.41	33.117	0.365

Datos de muestra:	
Muestra:	10% F-3
Long. (cm):	28.88
Ancho (cm):	14.26
Alto (cm):	9.34
Area (cm ²):	411.83

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN






OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

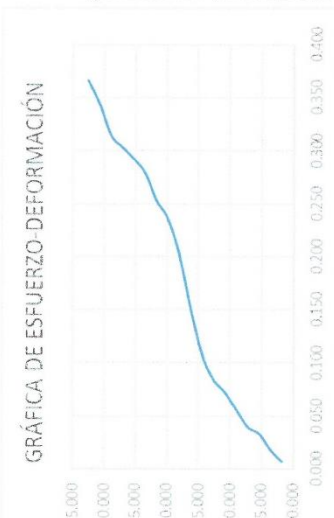
Figura 94

Ensayo de resistencia a la flexión 10%F-4 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:		RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE	
NORMA:		-	
TESIS:		"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"	
ID. DEL ADOBE	10%F-4	CONSISTENCIA	10% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	403.40
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	50	0.06	1.806	0.007
2	100	0.16	3.612	0.017
3	150	0.3	5.417	0.033
4	200	0.36	7.223	0.039
5	250	0.51	9.029	0.056
6	300	0.66	10.835	0.072
7	350	0.77	12.641	0.084
8	400	0.99	14.447	0.108
9	450	1.39	16.252	0.151
10	500	1.85	18.058	0.202
11	550	2.16	19.864	0.235
12	600	2.32	21.670	0.253
13	650	2.56	23.476	0.279
14	700	2.68	25.281	0.292
15	750	2.78	27.087	0.303
16	800	2.88	28.893	0.314
17	850	3.15	30.699	0.343
18	902	3.36	32.577	0.366

Datos de muestra:	
Muestra:	10% F-4
Long. (cm):	28.61
Ancho (cm):	14.10
Alto (cm):	9.18
Area (cm ²):	403.4



GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN

OBSERVACIONES:





RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 95


Ensayo de resistencia a la flexión 10%F-5 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE	
	NORMA:	-	
	TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"	
ID. DEL ADOBE	10%F-5	CONSISTENCIA	10% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	404.41
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	50	0.04	1.858	0.004
2	100	0.05	3.716	0.006
3	150	0.09	5.573	0.010
4	200	0.26	7.431	0.029
5	250	0.53	9.289	0.059
6	300	0.75	11.147	0.083
7	350	0.91	13.004	0.101
8	400	1.08	14.862	0.120
9	450	1.34	16.720	0.148
10	500	1.74	18.578	0.193
11	550	2.09	20.435	0.231
12	600	2.43	22.293	0.269
13	650	2.80	24.151	0.310
14	704	2.85	26.157	0.316

Datos de muestra:	
Muestra:	10% F-5
Long. (cm):	28.58
Ancho (cm):	14.15
Alto (cm):	9.03
Area (cm ²):	404.41

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN





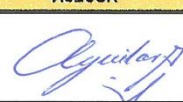
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 96

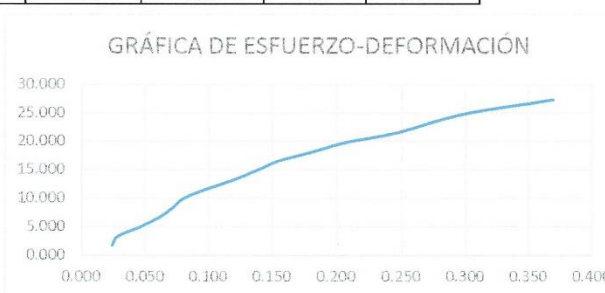
Ensayo de resistencia a la flexión 10%F-6 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	-		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	10%F-6	CONSISTENCIA	10% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	401.72
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	50	0.23	1.655	0.024
2	100	0.27	3.309	0.028
3	150	0.44	4.964	0.046
4	200	0.58	6.618	0.061
5	250	0.68	8.273	0.071
6	300	0.76	9.928	0.080
7	350	0.93	11.582	0.097
8	400	1.14	13.237	0.119
9	450	1.32	14.891	0.138
10	500	1.48	16.546	0.155
11	550	1.74	18.200	0.182
12	600	1.98	19.855	0.207
13	650	2.35	21.510	0.246
14	750	2.85	24.819	0.298
15	825	3.53	27.301	0.370

Datos de muestra:	
Muestra:	10% F-6
Long. (cm):	28.43
Ancho (cm):	14.13
Alto (cm):	9.55
Area (cm ²):	401.72

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN





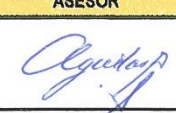
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 97

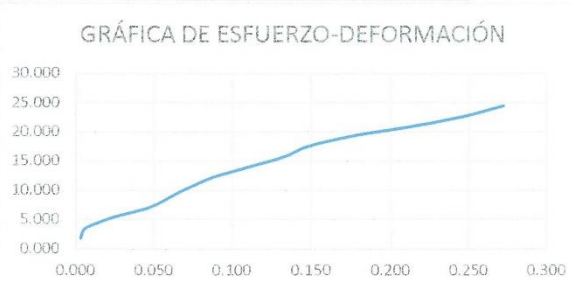
Ensayo de resistencia a la flexión 10%F-7 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	-		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	10% F-7	CONSISTENCIA	10% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	408.78
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	50	0.03	1.756	0.003
2	100	0.06	3.513	0.006
3	150	0.22	5.269	0.024
4	200	0.44	7.026	0.047
5	250	0.56	8.782	0.060
6	300	0.68	10.539	0.073
7	350	0.83	12.295	0.089
8	400	1.04	14.052	0.111
9	450	1.25	15.808	0.134
10	500	1.38	17.565	0.148
11	550	1.64	19.321	0.175
12	600	2.02	21.078	0.216
13	650	2.33	22.834	0.249
14	698	2.55	24.521	0.273

Datos de muestra:	
Muestra:	10% F-7
Long. (cm):	28.93
Ancho (cm):	14.13
Alto (cm):	9.35
Area (cm ²):	408.78

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN






OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 98

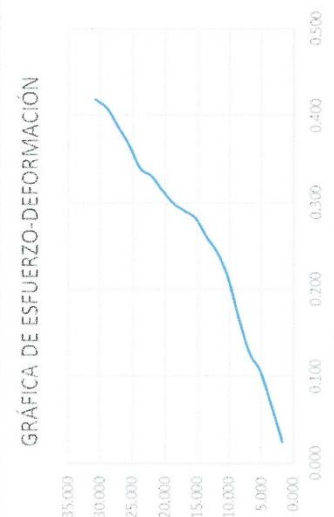
Ensayo de resistencia a la flexión 10%F-8 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	-		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	10% F-8	CONSISTENCIA	10% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	405.40
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	50	0.23	1.700	0.024
2	100	0.62	3.401	0.066
3	150	0.99	5.101	0.105
4	200	1.19	6.802	0.126
5	250	1.56	8.502	0.165
6	300	2.01	10.203	0.213
7	350	2.29	11.903	0.242
8	400	2.46	13.604	0.260
9	450	2.66	15.304	0.281
10	500	2.74	17.005	0.290
11	550	2.82	18.705	0.298
12	600	2.96	20.405	0.313
13	650	3.12	22.106	0.330
14	700	3.2	23.806	0.339
15	750	3.45	25.507	0.365
16	800	3.65	27.207	0.386
17	850	3.85	28.908	0.407
18	905	3.95	30.778	0.418

Datos de muestra:	
Muestra:	10% F-8
Long. (cm):	28.65
Ancho (cm):	14.15
Alto (cm):	9.45
Area (cm ²):	405.40

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN






OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 99


Ensayo de resistencia a la flexión 15%F-1 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	-		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	15% F-1	CONSISTENCIA	15% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	410.98
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 dias	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

N°	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	50	0.23	1.628	0.024
2	100	0.56	3.255	0.058
3	150	0.89	4.883	0.093
4	200	1.05	6.510	0.109
5	250	1.23	8.138	0.128
6	300	1.33	9.766	0.138
7	350	1.48	11.393	0.154
8	400	1.56	13.021	0.162
9	450	1.66	14.649	0.173
10	500	1.76	16.276	0.183
11	550	1.80	17.904	0.187
12	600	1.91	19.531	0.199
13	650	2.31	21.159	0.240
14	700	2.45	22.787	0.255
15	750	2.56	24.414	0.266
16	800	2.88	26.042	0.300
17	850	3.33	27.670	0.347
18	900	3.68	29.297	0.383
19	950	4.07	30.925	0.424
20	1000	4.46	32.552	0.464

Datos de muestra:	
Muestra:	15% F-1
Long. (cm):	28.7
Ancho (cm):	14.32
Alto (cm):	9.61
Area (cm ²):	410.98

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN





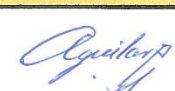
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 100

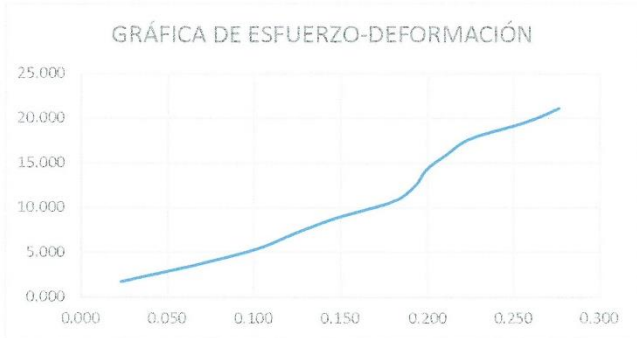
Ensayo de resistencia a la flexión 15%F-2 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	-		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	15%F-2	CONSISTENCIA	15% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	415.58
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	50	0.21	1.776	0.023
2	100	0.59	3.551	0.064
3	150	0.92	5.327	0.101
4	200	1.13	7.102	0.123
5	250	1.35	8.878	0.148
6	300	1.64	10.653	0.179
7	350	1.76	12.429	0.192
8	400	1.82	14.204	0.199
9	450	1.93	15.980	0.211
10	500	2.06	17.755	0.225
11	550	2.35	19.531	0.257
12	594	2.53	21.094	0.277

Datos de muestra:	
Muestra:	15% F-2
Long. (cm):	28.7
Ancho (cm):	14.48
Alto (cm):	9.15
Area (cm ²):	415.58

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN



OBSERVACIONES:


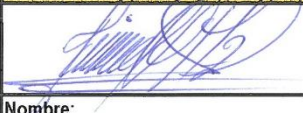
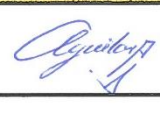
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 101

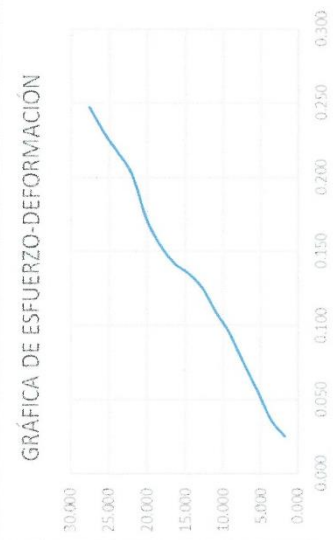
Ensayo de resistencia a la flexión 15%F-3 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROCOLO			
ENSAYO:		RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE	
NORMA:		-	
TESIS:		"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"	
ID. DEL ADOBE	15% F-3	CONSISTENCIA	15% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	401.70
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	50	0.23	1.835	0.025
2	100	0.33	3.670	0.036
3	150	0.51	5.506	0.056
4	200	0.68	7.341	0.075
5	250	0.86	9.176	0.095
6	300	0.99	11.011	0.109
7	350	1.14	12.846	0.125
8	400	1.23	14.681	0.135
9	450	1.29	16.517	0.142
10	500	1.40	18.352	0.154
11	550	1.56	20.187	0.171
12	600	1.83	22.022	0.201
13	650	1.97	23.857	0.216
14	700	2.09	25.692	0.230
15	754	2.25	27.674	0.247

Datos de muestra:	
Muestra:	15% F-3
Long. (cm):	28.53
Ancho (cm):	14.08
Alto (cm):	9.10
Area (cm ²):	401.7

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN





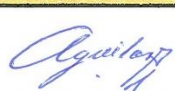
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 102

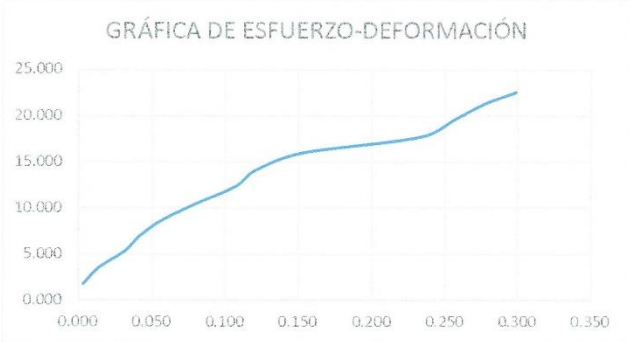
Ensayo de resistencia a la flexión 15%F-4 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	-		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	15% F-4	CONSISTENCIA	15% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	405.84
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 dias	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	50	0.03	1.773	0.003
2	100	0.13	3.547	0.014
3	150	0.29	5.320	0.032
4	200	0.39	7.094	0.042
5	250	0.54	8.867	0.059
6	300	0.76	10.641	0.083
7	350	0.99	12.414	0.108
8	400	1.12	14.188	0.122
9	450	1.41	15.961	0.153
10	500	2.15	17.735	0.234
11	550	2.35	19.508	0.255
12	600	2.55	21.281	0.277
13	636	2.75	22.558	0.299

Datos de muestra:	
Muestra:	15% F-4
Long. (cm):	28.5
Ancho (cm):	14.24
Alto (cm):	9.20
Area (cm ²):	405.84

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN



OBSERVACIONES:

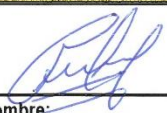

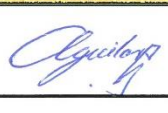
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 103


Ensayo de resistencia a la flexión 15%F-5 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	-		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	15% F-5	CONSISTENCIA	15% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	414.72
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	50	0.19	1.745	0.021
2	100	0.29	3.489	0.031
3	150	0.46	5.234	0.050
4	200	0.57	6.979	0.062
5	250	0.87	8.724	0.094
6	300	0.96	10.468	0.104
7	350	1.12	12.213	0.121
8	400	1.32	13.958	0.143
9	450	1.71	15.703	0.185
10	500	2.35	17.447	0.254
11	550	2.55	19.192	0.276
12	600	2.85	20.937	0.308
13	650	3.03	22.682	0.328
14	700	3.42	24.426	0.370
15	750	3.63	26.171	0.393
16	800	3.72	27.916	0.403
17	850	3.83	29.661	0.415
18	902	4.01	31.475	0.434

Datos de muestra:	
Muestra:	15% F-5
Long. (cm):	28.7
Ancho (cm):	14.45
Alto (cm):	9.24
Area (cm ²):	414.72

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN



OBSERVACIONES:




RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

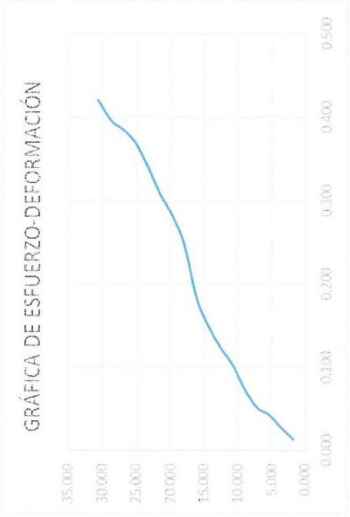
Figura 104

Ensayo de resistencia a la flexión 15%F-6 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	-		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	15%F-6	CONSISTENCIA	15% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	413.27
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	50	0.12	1.799	0.013
2	100	0.25	3.597	0.027
3	150	0.39	5.396	0.042
4	200	0.47	7.194	0.051
5	250	0.67	8.993	0.073
6	300	0.94	10.792	0.102
7	350	1.13	12.590	0.123
8	400	1.36	14.389	0.148
9	450	1.67	16.188	0.182
10	500	2.25	17.986	0.245
11	550	2.58	19.785	0.281
12	600	2.82	21.583	0.307
13	650	3.12	23.382	0.340
14	700	3.38	25.181	0.368
15	750	3.53	26.979	0.385
16	800	3.63	28.778	0.395
17	902	3.86	32.447	0.420

Datos de muestra:	
Muestra:	15% F-6
Long. (cm):	28.9
Ancho (cm):	14.30
Alto (cm):	9.18
Area (cm ²):	413.27



GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN

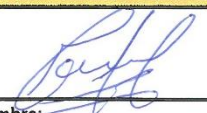

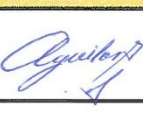
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 105

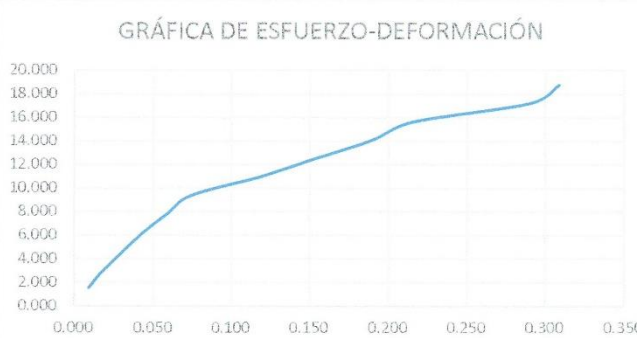
Ensayo de resistencia a la flexión 15%F-7 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE		
NORMA:	-		
TESIS:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"		
ID. DEL ADOBE	15% F-7	CONSISTENCIA	15% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	386.26
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 días	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	50	0.09	1.565	0.009
2	100	0.19	3.129	0.019
3	150	0.31	4.694	0.031
4	200	0.43	6.259	0.044
5	250	0.58	7.824	0.059
6	300	0.73	9.388	0.074
7	350	1.16	10.953	0.118
8	400	1.52	12.518	0.154
9	450	1.87	14.082	0.190
10	500	2.13	15.647	0.216
11	550	2.87	17.212	0.291
12	600	3.05	18.776	0.309
13	663	3.45	20.748	0.350

Datos de muestra:	
Muestra:	15% F-7
Long. (cm):	27.99
Ancho (cm):	13.80
Alto (cm):	9.86
Area (cm ²):	386.26

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN





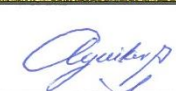
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023

Figura 106

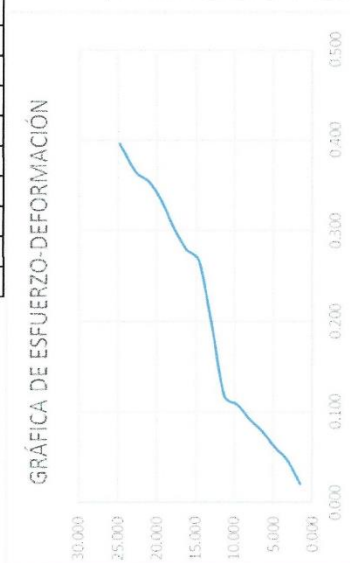
Ensayo de resistencia a la flexión 15%F-8 de arcilla de bentonita reforzado con fibra de penca azul.



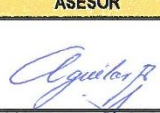
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:		RESISTENCIA A FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE	
NORMA:		-	
TESIS:		"RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL CON SUSTITUCIÓN DE ARCILLA DE BENTONITA Y REFORZADO CON FIBRA DE PENCA AZUL, CAJAMARCA 2023"	
ID. DEL ADOBE	15%F-8	CONSISTENCIA	15% Arcilla de Bentonita
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/03/2023	ÁREA (cm ²):	397.76
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	RESPONSABLE:	Bach. Frank Yordi Torres Chavez
EDAD DEL ADOBE	28 dias	REVISADO POR:	Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez

Nº	Carga (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	Eu
1	50	0.19	1.623	0.020
2	100	0.44	3.245	0.046
3	150	0.58	4.868	0.060
4	200	0.75	6.491	0.078
5	250	0.88	8.113	0.091
6	300	1.04	9.736	0.108
7	350	1.13	11.359	0.117
8	400	1.88	12.981	0.195
9	450	2.56	14.604	0.266
10	500	2.68	16.226	0.278
11	550	2.91	17.849	0.302
12	600	3.21	19.472	0.333
13	650	3.41	21.094	0.354
14	700	3.51	22.717	0.364
15	765	3.81	24.827	0.396

Datos de muestra:	
Muestra:	15% F-8
Long. (cm):	28.25
Ancho (cm):	14.08
Alto (cm):	9.63
Area (cm ²):	397.76

GRÁFICA DE ESFUERZO-DEFORMACIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach. Frank Yordi Torres Chavez	Nombre: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez	Nombre: Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023	Fecha: 06/04/2023