

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE **INGENIERÍA CIVIL**

“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE
COMPACTADO CON ADICIÓN DE PIEDRA
TRITURADA CALIZA EN PORCENTAJES DE 2%,
3% Y 4%, CAJAMARCA 2023”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Geumer Alejandro Velasquez Honorio

Asesor:

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

Cajamarca - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	ERLYN GIORDANY SALAZAR HUAMAN	71106769
	Nombre y Apellidos	N° DNI

Jurado 2	TULIO EDGAR GUILLEN SHEEN	26676774
	Nombre y Apellidos	N° DNI

Jurado 3	CARLOS ELDER CALUA CARRASCO	71573678
	Nombre y Apellidos	N° DNI

INFORME DE SIMILITUD

Informe tesis final

INFORME DE ORIGINALIDAD

3%	2%	1%	1%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.fundesyam.info Fuente de Internet	1%
2	Submitted to Universidad de León Trabajo del estudiante	<1%
3	repositorio.une.edu.pe Fuente de Internet	<1%
4	1library.co Fuente de Internet	<1%
5	Berenice Aguilar Prieto. "The towns of the Popocateptl Volcano. Territorial symbolism, cultural identity and vernacular architecture.", Proceedings HERITAGE 2022 - International Conference on Vernacular Heritage: Culture, People and Sustainability, 2022 Publicación	<1%
6	Raúl González Herrera. "Estimación de las pérdidas económicas en las estructuras asociadas a peligro sísmico en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas", Universidad Nacional Autonoma de Mexico, 2013	<1%

DEDICATORIA

Primeramente, agradezco a Dios, por haberme permitido llegar hasta esta etapa de mi formación académica y profesional, por brindarme salud y bienestar, por guiarme en los pasos que voy dando, con serenidad y certeza, por permitir conocer a personas importante a lo largo del tiempo, las cuales me guiaron en esta formación.

A mis padres, que siempre me guiaron en mi formación como persona y profesional, por todas sus enseñanzas, por enseñarme, que todo lo que uno se propone con fuerza y voluntad se llega a lograr y a mi asesor Ing. Orlando Aguilar Aliaga por su apoyo para que este sueño se haga realidad.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme salud y sabiduría, por permitirme llegar hasta esta etapa de nuestros estudios y poder hacer realidad esta investigación

A mis padres, que me han ido ayudando en mi formación académica, hasta esta etapa en la cual ya me falta muy poco para lograr mis metas y objetivos primordiales como profesional.

A mi Asesor, ingeniero Orlando Aguilar Aliaga, por su disponibilidad de tiempo y amabilidad, por el material facilitado para este proyecto, de igual manera las ideas y sugerencias brindadas para la realización de este trabajo de investigación, por su comprensión y orientación a las dudas presentadas y sugerencias.

Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	14
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	15
1.1. Realidad problemática	15
1.2. Formulación del problema	26
1.3. Objetivos	26
1.4. Hipótesis	27
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	28
CAPÍTULO III: RESULTADOS	47
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	58
REFERENCIAS	62
ANEXOS	64

Índice de tablas

Tabla 1: <i>Muestras para ensayo de resistencia a compresión axial.</i>	29
Tabla 2 <i>Materiales, instrumentos y métodos que se utilizaron en los ensayos.</i>	29
Tabla 3 <i>Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.</i>	30
Tabla 4: <i>Coordenadas Geográficas y UTM de la ubicación de la cantera.</i>	33
Tabla 5: <i>Coordenadas Geográficas y UTM de la ubicación de la cantera de la piedra caliza en el distrito de San Marcos.</i>	34
Tabla 6: <i>Contenido de humedad.</i>	47
Tabla 7: <i>Límite líquido</i>	47
Tabla 8: <i>Límite plástico.</i>	48
Tabla 9: <i>Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado.</i>	49
Tabla 10: <i>Proctor modificado para adobe patrón.</i>	51
Tabla 11: <i>Proctor modificado para adobe con adición de 2% de piedra caliza triturada.</i>	52
Tabla 12 <i>Proctor modificado para adobe con adición de 3% de piedra caliza triturada.</i>	53
Tabla 13 <i>Proctor modificado para adobe con adición de 4% de piedra caliza triturada.</i>	54
Tabla 14: <i>Resultados de ensayo de esfuerzo a compresión del adobe patrón.</i>	55
Tabla 15: <i>Resultado del ensayo de esfuerzo a compresión del adobe con adición de 2% de piedra caliza triturada.</i>	55
Tabla 16: <i>Resultados del ensayo de esfuerzo a compresión del adobe con adición de 3% de piedra caliza triturada.</i>	55
Tabla 17: <i>Resultados del ensayo de compresión del adobe con adición de 4% de piedra caliza triturada.</i>	56
Tabla 18: <i>Resumen general de ensayos a compresión.</i>	56

Índice de figuras

Figura 1: <i>Mapa terráqueo.</i>	15
Figura 2: <i>Mapa del Perú.</i>	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3: <i>Máquina CINVA RAM</i>	24
Figura 4: <i>Ubicación de la Cantera.</i>	32
Figura 5: <i>Ubicación de la cantera de piedra caliza.</i>	33
Figura 6: Gráfico de datos obtenidos en el ensayo de límite líquido.	47
Figura 7: <i>Gráfico de datos obtenidos en el ensayo de análisis granulométrico mediante tamizado por lavado.</i>	48
Figura 8: <i>Carta de plasticidad para la clasificación de un suelo (Clasificación mediante SUCS).</i>	49
Figura 9: <i>Gráfico de datos obtenidos en el ensayo de proctor modificado para adobe patrón.</i>	50
Figura 10: <i>Gráfico de datos obtenidos en el ensayo de proctor modificado para adobe con 2% de piedra caliza triturada.</i>	51
Figura 11: <i>Gráfico de datos obtenidos en el ensayo de proctor modificado para adobe con 3% de piedra caliza triturada.</i>	52
Figura 12: <i>Gráfico de datos obtenidos en el ensayo de proctor modificado para adobe con 4% de piedra caliza triturada.</i>	53
Figura 13: Resumen general de resultados a compresión.	56
Figura 14: <i>Lugar de donde se extrajo el material.</i>	63
Figura 15: <i>Extracción de material.</i>	63
Figura 16: <i>Cuarteo de material húmedo.</i>	64

Figura 17: <i>Identificación de taras para el ensayo de contenido de humedad.</i>	64
Figura 18: <i>Pesado de taras con muestra húmeda.</i>	65
Figura 19: <i>Colocación de muestras en el horno durante 24 horas.</i>	65
Figura 20: <i>Se taro antes de colocar el material lavado.</i>	66
Figura 21: <i>Se tamizó por la malla N° 200 mediante chorro de agua.</i>	66
Figura 22: <i>Secado de material en el horno por 24 horas.</i>	67
Figura 23: <i>Verificación de tamices vacíos y N° de mallas.</i>	67
Figura 24: <i>Se pasó el material lavado por el juego de tamices.</i>	68
Figura 25: <i>Pesado de material retenido en tamices.</i>	68
Figura 26: <i>Equipo y material para realizar el ensayo de límite líquido.</i>	69
Figura 27: <i>Preparación de la pasta para el ensayo de límite líquido en la copa de Casagrande.</i>	69
Figura 28: <i>Pesado de la muestra para colocar en el horno durante 24 horas.</i>	70
Figura 29: <i>Enrollado de la muestra en 3 mm en la placa de vidrio para el ensayo de límite plástico.</i>	70
Figura 30: <i>Pesado de muestra de límite plástico.</i>	71
Figura 31: <i>Pesado de muestras secas de límite líquido y límite plástico.</i>	71
Figura 32: <i>Lugar de donde se extrajo la piedra caliza.</i>	72
Figura 33: <i>Recolectando el material de piedra caliza.</i>	72
Figura 34: <i>Trituración de la piedra caliza en el molino para arcilla.</i>	73
Figura 35: <i>Recogimos la piedra caliza triturada en sacos.</i>	73
Figura 36: <i>Pesado de molde cilíndrico para proctor modificado tipo A.</i>	74
Figura 37: <i>Pesado de material seco para proctor modificado.</i>	74

Figura 38: <i>Humectando uniformemente el material con el porcentaje de agua correspondiente.</i>	75
Figura 39: <i>Adicionamiento de la piedra caliza triturada y tamizada por la malla N°4.</i>	75
Figura 40: <i>Cuarteo de la muestra humedecida para el proctor modificado.</i>	76
Figura 41: <i>Compactación de capas con el pisón escogido.</i>	76
Figura 42: <i>Enrasado de molde cilíndrico.</i>	77
Figura 43: <i>Pesado del molde con el material compactado y enrasado.</i>	77
Figura 44: <i>Extracción de la muestra humedad y compactada para contenido de humedad.</i>	78
Figura 45: <i>Pesado de muestra obtenida después de la colocación al horno durante 24 horas.</i>	78
Figura 46: <i>Adicionamiento de la piedra caliza triturada en la mezcla de la elaboración de adobes.</i>	79
Figura 47: <i>Mezclado de materiales uniformemente.</i>	79
Figura 48: <i>Material húmedo en reposo sin que pierda su humedad.</i>	80
Figura 49: <i>Utilización de la máquina de CINVA RAM para la compactación de los adobes a compresión.</i>	80
Figura 50: <i>Extracción de adobes para secado correspondiente.</i>	81
Figura 51: <i>Adobes compactados en todos sus porcentajes para su correcto secado.</i>	81
Figura 52: <i>Protocolo de contenido de humedad.</i>	82
Figura 53: <i>Protocolo de límites de plasticidad.</i>	83
Figura 54: <i>Protocolo de análisis granulométrico mediante tamizado por lavado.</i>	84
Figura 55: <i>Protocolo de proctor modificado de la muestra patrón.</i>	85

Figura 56: Protocolo de proctor modificado de la muestra con adición del 2% de piedra caliza triturada.	86
Figura 57: Protocolo de proctor modificado de la muestra con adición del 3% de piedra caliza triturada.	87
Figura 58: Protocolo de proctor modificado de la muestra con adición del 4% de piedra caliza triturada.	88
Figura 59: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe patrón CA-1.	89
Figura 60: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe patrón CA-2.	90
Figura 61: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe patrón CA-3.	91
Figura 62: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe patrón CA-4.	92
Figura 63: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe patrón CA-5.	93
Figura 64: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe patrón CA-6.	94
Figura 65: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe patrón CA-7.	95
Figura 66: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe patrón CA-8.	96
Figura 67: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 2% de piedra triturada caliza CB-1.	97
Figura 68: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 2% de piedra triturada caliza CB-2.	98
Figura 69: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 2% de piedra triturada caliza CB-3.	99
Figura 70: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 2% de piedra triturada caliza CB-4.	100
Figura 71: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 2% de piedra triturada caliza CB-5.	101

Figura 72: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 2% de piedra triturada caliza CB-6.	102
Figura 73: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 2% de piedra triturada caliza CB-7.	103
Figura 74: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 2% de piedra triturada caliza CB-8.	104
Figura 75: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 3% de piedra triturada caliza CC-1.	105
Figura 76: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 3% de piedra triturada caliza CC-2.	106
Figura 77: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 3% de piedra triturada caliza CC-3.	107
Figura 78: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 3% de piedra triturada caliza CC-4.	108
Figura 79: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 3% de piedra triturada caliza CC-5.	109
Figura 80: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 3% de piedra triturada caliza CC-6.	110
Figura 81: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 3% de piedra triturada caliza CC-7.	111
Figura 82: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 3% de piedra triturada caliza CC-8.	112
Figura 83: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 4% de piedra triturada caliza CD-1.	113

Figura 84: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 4% de piedra triturada caliza CD-2.	114
Figura 85: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 4% de piedra triturada caliza CD-3.	115
Figura 86: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 4% de piedra triturada caliza CD-4.	116
Figura 87: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 4% de piedra triturada caliza CD-5.	117
Figura 88: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 4% de piedra triturada caliza CD-6.	118
Figura 89: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 4% de piedra triturada caliza CD-7.	119
Figura 90: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 4% de piedra triturada caliza CD-8.	120

RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad determinar la variación de la resistencia a la compresión del adobe compactado sin adición (muestra patrón) y adicionando piedra caliza triturada en porcentajes de 2%, 3% y 4%, obtenida de la cantera Catagón ubicada en la Provincia de San Marcos. Realizamos el estudio del suelo de la cantera Pariamarca – Cajamarca, determinando su contenido de humedad, análisis granulométrico y límites de atterberg, para luego clasificarlo, luego se hicieron ensayos de proctor modificado para la obtención del óptimo contenido de humedad para la elaboración del adobe patrón y con adición de piedra caliza. Se elaboraron 32 adobes con la máquina CINVA RAM, de los cuales todos se ensayaron compresión. La hipótesis plantea que la resistencia a compresión del adobe compactado con adición piedra caliza triturada es mayor su resistencia a la muestra patrón. Los resultados fueron parcialmente satisfactorios, la adición de piedra caliza en porcentajes de 2%, 3% y 4% en el adobe compactado, mejora sus propiedades mecánicas, en resistencia a compresión hasta en 28.59% con respecto al valor encontrado para la muestra patrón (sin adición), presentando los valores sin adición que es 24.21 kg/cm² y con adición antes mencionado a compresión son de 28.06 kg/cm², 30.00 kg/cm² y 31.12 kg/cm², sabiendo que todos los adobes superan a la resistencia mínima según la Norma E.080 obtuvimos que la mayor resistencia es el adobe con 4% de adición de piedra caliza triturada.

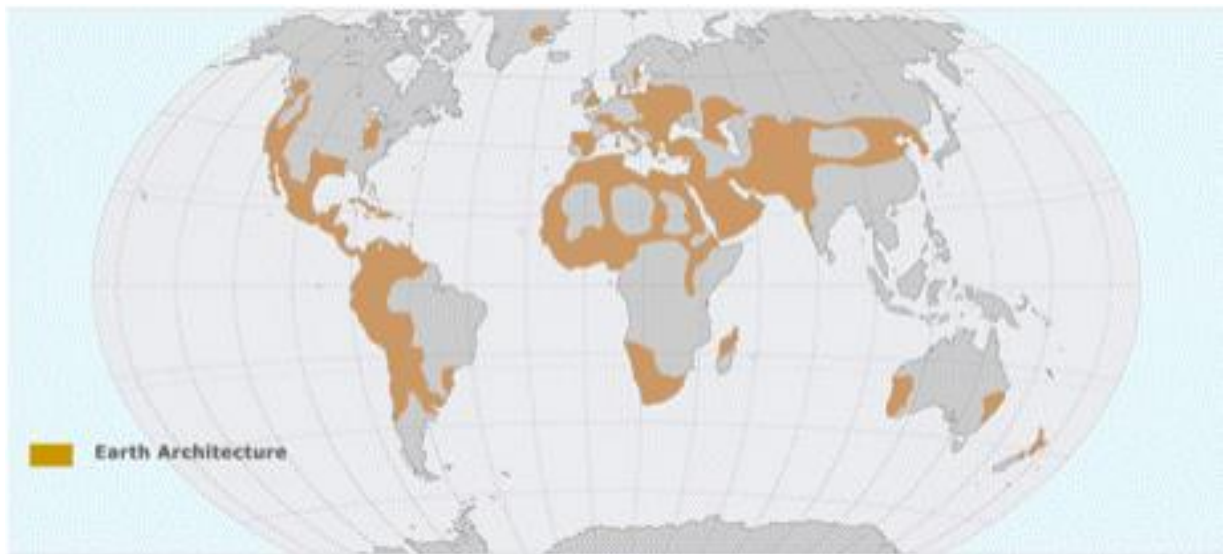
PALABRAS CLAVES: Adobe compactado, adición, piedra caliza, resistencia a la compresión.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La construcción con adobe es uno de los métodos de construcción más antiguos del mundo y, hasta el día de hoy, la técnica todavía se practica en las zonas rurales de varias ciudades del mundo. Adobe es uno de los materiales más baratos y de fácil acceso para las personas de bajos ingresos. Estos materiales son elaborados cuidadosamente por la propia gente de la comunidad, las construcciones de adobe generalmente se construyen simplemente utilizando métodos tradicionales que han venido practicando desde nuestros antepasados, sin ningún tipo de maquinaria o ingeniería que justifique la mejora del adobe (Bendezu & Garcia, 2019).

Figura 1: *Mapa terráqueo.*



Nota: La figura muestra la distribución Mundial de Arquitectura de Adobe. Fuente: De Sensi (2003).

El adobe es hecho a mano muy simple, se compone de tierra, paja y agua. En su preparación, primero se selecciona un sitio cerca al lugar de construcción, del cual se obtiene la tierra, y se va mezclando con paja y agua obteniendo una mezcla homogénea y maleable. Finalmente, la mezcla se coloca en moldes de madera para formar bloques de adobe, que luego se secan al aire libre durante 30 días a 60 días. Cabe mencionar que el adobe es un material que presenta varias desventajas frente a materiales como el barro cocido y concreto. Entre otros, su resistencia a esfuerzos de flexión, cortante y compresión axial es muy baja. Además, el clima al que están expuestos los adobes durante su vida útil, le causa una degradación física. Por todo esto, el adobe es uno de los materiales de construcción más vulnerables (Catalán, et al., 2019).

Las edificaciones tradicionales de adobe no responden bien a los terremotos y pueden sufrir graves daños estructurales o derrumbarse. Esto se debe a su baja resistencia, a su peso y a la fragilidad que presenta. Sin embargo, el suelo sigue siendo utilizado principalmente por poblaciones con recursos económicos bajos en zonas andinas o de la sierra como Cajamarca, porque el suelo es un material de fácil acceso, ilimitado y barato (Antinori, 2018).

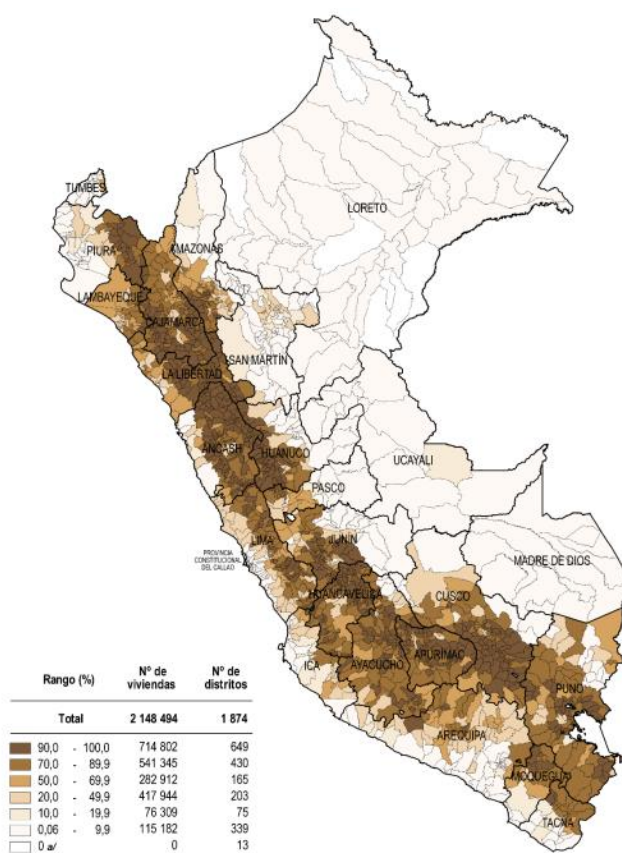
El Perú es un país con alto riesgo de producirse un movimiento telúrico por su ubicación y formar parte del cinturón de fuego, por lo tanto, estamos expuestos que en cualquier circunstancia nos enfrentamos a movimientos sísmicos que se presentan y pueden causar graves daños a las construcciones de adobe que se ven vulnerables ante cualquier movimiento por su baja resistencia del adobe (Bendezu & Garcia, 2019).

Los resultados del Censo Nacional de población 2017: XII de Población y VII de Vivienda, reveló que 4,298.274 casas particulares tenían como material predominante en las

paredes exteriores como material predominante el ladrillo o bloque de cemento, lo que representa el 55,8% del total de viviendas. De igual manera, 2,148.494 viviendas particulares tienen como material predominante en sus paredes exteriores adobe o tapial, lo que representa el 27,9%; mientras tanto que 727.778 casas tienen principalmente madera en las paredes exteriores, que representa el 9,5% del total de viviendas particulares (INEI, 2018).

Los resultados del censo 2017 nos muestran que, a nivel ministerial, Huancavelica tiene el mayor número de casas con paredes exteriores de adobe o tapial, con 84 mil 835, que equivale al 82,4% del total de casas, seguido de Apurímac con 91 mil 752 viviendas (76,1%), Cajamarca con 264 mil 310 viviendas (70,3%) y Cusco con 217 mil 794 viviendas (67,3%), estas son las principales ciudades (INEI, 2018).

Figura SEQ Figura * ARABIC 2: Mapa del Perú.



Nota: *Viviendas particulares con paredes de adobe. Fuente: INEI (2018).*

Según INEI, 2018 “A nivel nacional, el segundo material más utilizado en las paredes exteriores de las casas particulares es el adobe o tapial, con 2 millones 148 mil 494, que representa al 27,9% del total de viviendas”.

Dado que este material no se mezcla con paja ni ningún otro material puede erosionarse al exponerse a la lluvia durante varios meses, por lo que es importante realizar investigaciones utilizando técnicas novedosas como alternativas para reforzamiento al adobe, aprovechando los elementos de la zona que podrían conseguir las personas y poder utilizarlos

como refuerzo interno de la unidad del adobe y usarse para construir más viviendas seguras y económicas (Bendezu & García, 2019).

En todas las edificaciones construidas en diversas partes del mundo, así como en Perú y en nuestra región de Cajamarca, el principal problema de los adobes es la baja resistencia que estos presentan, según NTP E-080, 2017, estos adobes tienen una resistencia a la compresión muy baja, no resisten grandes esfuerzos axiales. Esta investigación realizó un adobe compactado mediante la máquina CINVA RAM, utilizando porcentajes de piedra triturada caliza para determinar la resistencia a compresión axial y poder observar si se incrementa o disminuye para poder mejorar la calidad de dicha muestra de adobe.

Para esta investigación se ha considerado preciso citar a diferentes autores con sus tesis Internacionales, Nacional y Local, como parte de los antecedentes que abarcan el mismo problema de investigación, para de esta manera tener una mejor información y referencia; tales como:

Nos explica Ureña & Llunitasig, 2017, nos explicó que el siguiente estudio muestra resultados de experimentos sobre la resistencia a la compresión de arcillas artesanales elaboradas con arcilla extraída del barrio Pusuchisí del cantón Latacunga- Ecuador y es estabilizadas con diferentes materiales como: paja, excrementos de ganado, tallos de tuna y sangre de toro; para el análisis anterior se realizaron 10 combinaciones con los materiales anteriormente mencionados. En aquellos casos en donde la combinación planteada fue a base tallo de tuna o sangre de ganado, para evitar que la sangre se coagule y el tallo de tuna se reseque, se debe dejar reposar la mezcla de la forma tradicional y agregar el mismo estabilizante al momento de la elaboración de los adobes. Se fabricaron y midieron 6 muestras de cada combinación según la Norma E.080, y se probaron según este estándar. A

partir de este trabajo experimental se determinó que la combinación realizada con barro dormido más la adición de estabilizadores como sangre de toro y excremento de vaca obtuvo la mayor resistencia a compresión. Finalmente, se elaboró un modelo a escala con los adobes los cuales alcanzaron la mayor resistencia a compresión y que fue reforzado con malla plástica, se puede decir que esta técnica es efectiva para construir con tierra, porque el modelo logró un excelente desempeño sísmico, cumpliendo así los objetivos de seguridad de vida de los ocupantes y la prevención del colapso de la estructura.

Según Ruiz & Sánchez, 2015, nos presentan los resultados de una campaña de caracterización mecánica del adobe de barro utilizado en la región de Tuxtla Gutiérrez. Las pruebas se realizaron el segundo semestre de 2008 en el Laboratorio de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chiapas. Se examinaron las siguientes propiedades de cada pieza: peso volumétrico, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión. También se han realizado ensayos a compresión sobre pilotes levantados a partir de piezas sueltas y sobre probetas del mortero de arcilla utilizado para unir estas piezas. El material probado se obtuvo directamente de los fabricantes del área urbana de América Libre, municipio de Chiapa de Corzo. Se hace una comparación entre los resultados obtenidos y las recomendaciones seguidas en otros países para la construcción en adobe. Esta es la resistencia a la compresión media determinada en los ensayos de las 10 piezas (25.16 kg/cm²); Cp. es el coeficiente de variación, 0.14, que aparece al final de la Tabla 1. De tal manera, al utilizar la ecuación (1) resultó un valor de f_p^* igual a 18.64 kg/cm². Rotondaro y Patrone (2009) reportan que un buen adobe, con peso volumétrico de 1800 kg/m³ o más, debe soportar una compresión axial de un mínimo de 1.6 MPa (16.31 kg/cm²). Se concluye que las piezas ensayadas cumplen con las recomendaciones mínimas a la resistencia a compresión aceptadas internacionalmente.

Nos explica Chahuara, 2022, en su tesis: “Estudió a Influencia de la ceniza de estiércol de vaca sobre los bloques de adobe”, ya que es una alternativa que buscan soluciones que ayuden a mejorar la resistencia del adobe, su metodología es aplicada, cuantitativa y cuasi experimental, y los resultados demostraron cumplir la Hipótesis. El estudio tuvo el propósito de adicionar CEV (ceniza de estiércol de vaca) en porcentajes de 2%, 5% y 9% para mejorar la resistencia del adobe, realizaron bloques de adobe para ser ensayados a compresión en unidad, pila y murete y diagonal en pila y murete. Los resultados de resistencia a la compresión de los bloques de adobe con la adición de CEV mostraron un aumento de 15.08 kg/cm² para una unidad de adobe tamaño 32x16x8 cm, con mejor comportamiento en la compresión axial con respecto a la muestra patrón de 12.26 kg/cm, mejorando estos resultados en un 47.65%, concluyó que la adición de CEV del 5% mejora significativamente a la resistencia axial y diagonal del adobe, y así obtener un adobe más resistente, con respecto a las pilas de adobe se tiene un mejor comportamiento en la dosificación del 5% de CEV con 7.30 kg/cm², pero que no supera la resistencia con relación a la pila patrón de 7.69 kg/cm², con respecto a los muretes de adobe se tiene mejor comportamiento en la dosificación del 5% de CEV con 6.67 kg/cm², el cual si excede la resistencia con respecto a la pila normal de 4.38 kg/cm², donde se considera que a medida que aumenta la cantidad de CEV también se refleja el incremento en la resistencia a la compresión axial hasta llegar al porcentaje del 5% de CEV, llegó a su punto más alto donde mostró un declive en la resistencia a la compresión.

En su tesis Mendoza, 2018, habla de su proyecto de investigación que se realizó en la ampliación de Chaquil, distrito Trita, provincia Luya y tiene como objetivo evaluar la resistencia del adobe elaborado con adición de ceniza y arena. Debido a que la gente de esta

zona no ha hecho su diseño de la construcción de acuerdo según el Reglamento Nacional de Edificaciones-RNE (E-080, 2006), debido a ellos, los adobes tienen menos o baja resistencia. Para ello se realizó 21 muestras de adobe normal y 21 muestras de adobe con adición de 10% ceniza y 25% arena, y se evaluaron su resistencia a compresión, flexión y absorción. Con el programa Statistix se produjo la comparación obteniendo que la resistencia a compresión ha aumentado hasta en 64.88%, la resistencia a flexión incremento hasta del 12.60%, y la resistencia a la absorción de agua baja hasta en un 5.41% en comparación con el adobe tradicional. Las estadísticas muestran que solo el aporte a la resistencia a la compresión es significativo, la resistencia a flexión y absorción muestran un comportamiento similar en ambos tipos de adobe, ya que tienen diferencia mínima.

Según Linares, 2020, en su investigación “Determinación de la resistencia a compresión ya la flexión de adobes compactados con adición de piedra triturada”. Inicialmente, se realizaron pruebas de laboratorio para clasificar el suelo y confirmar su conformidad con los requisitos de la norma NTP E 0.80; a través del ensayo Proctor hemos determinamos el óptimo contenido de humedad para producir los adobes para la muestra patrón como para los bloques de adobe con adición de 5% 10% y 15% de piedra triturada, estos adobes fueron hechos en la máquina CINVA RAM. Los resultados obtenidos de la prueba de compresión, indican que todos los adobes exceden la resistencia mínima especificada en la NTP E.080; los resultados del adobe patrón y el adobe con adición de piedra de cantería triturada al 5%, 10% y 15% nos dan valores de 24.14 kg/cm², 23.30 kg/cm², 25.99 kg/cm² y 25.55 kg/cm² respectivamente, la mejor resistencia a compresión es el adobe con 10% de cantería triturada. Para el ensayo de flexión, la norma E.080, no especifica bien los parámetros, se realizó teniendo en cuenta la norma ASTM – C67, donde el resultado obtenido por el adobe patrón es de 1.35 kg/cm², 1.30 kg/cm², 1.39 kg/cm², y 1.36 kg/cm²

respectivamente, siendo la mejor resistencia a la flexión el adobe con 10% de adición de cantería triturada; con estos resultados obtenidos de los ensayos se puebla la hipótesis.

Nos explica Antinori, 2018, que su tesis tuvo como objetivo determinar la resistencia a compresión y flexión de adobes compactados con reemplazo de tierra por cerámica triturada en porcentajes de 5%, 10% y 15%, obtenido mediante reciclaje de residuos de baldosas para pintura y pavimentos de obras de construcción y demolición. El suelo utilizado para formular la unidad de estudio se obtuvo de la cantera “Cruz Blanca”, primero se analizó los ensayos de granulometría, contenido de humedad y límites de consistencia del suelo, luego por medio del ensayo Proctor modificado se determinó la cantidad de agua necesaria a utilizar en los adobes comprimidos; se realizaron 56 adobes con la máquina CINVA RAM de los cuales 28 se ensayaron a compresión y 28 a flexión. Obtenidos todos los resultados del ensayo a compresión, nos indican que tanto la muestra patrón como las con reemplazo con cerámico exceden la resistencia mínima de 10 kg/cm² que indica la norma E-0.80 para adobes comunes, obteniendo para muestra patrón y las muestras con reemplazo de suelo por cerámica triturada en 5%, 10% y 15%, valores de 45.35 kg/cm², 43.96 kg/cm², 40.91 kg/cm² y 39.86 kg/cm² en resistencia promedio, siendo la mayor resistencia el adobe patrón. Para el ensayo de resistencia a flexión se obtuvo como resultados para los adobes compactados patrón 28.55 kg/cm² y para los con reemplazo de 5%, 10% y 15% de cerámica se obtuvo 30.86 kg/cm², 28.17 kg/cm² y 26.55 kg/cm², el adobe con 5% tiene la mayor resistencia de reemplazo de cerámica triturada.

Para la mejor comprensión de esta investigación, definiremos algunos conceptos en el siguiente marco teórico:

El adobe se define como una unidad de tierra cruda, que se puede mezclar con paja o arena gruesa para mejorar su resistencia y durabilidad (NORMA E.080, 2017).

El adobe compactado o estabilizado se elabora mezclando los materiales del adobe tradicional con otros elementos como (piedra, cemento, cal, etc.), y luego aplicando una fuerza de compactación con una prensa para producir un material más homogéneo. El efecto de la compresión se manifiesta como un aumento de la densidad del adobe, incrementando así su resistencia a la compresión y estabilidad bajo la influencia de la humedad (NORMA E.080, 2017)

El suelo es una capa delgada de material de la corteza formada a partir de la desintegración y/o meteorización física y/o química de rocas y de los residuos de actividades de los organismos que viven allí. Se describen a continuación los suelos más comunes relacionados con su textura y color con sus respectivos nombres comúnmente utilizados por los ingenieros civiles para la identificación (Crespo, 2004).

Por definición, la piedra caliza es una roca que contiene al menos un 50% en peso de carbonato de calcio en forma de calcita. Todas las calizas contienen al menos pequeñas cantidades de otros materiales. Estos pueden ser pequeñas partículas de cuarzo, feldespato o minerales arcillosos traídos al sitio mediante riachuelos, corrientes y la acción de las olas. Se pueden formar granos de pedernal, pirita, siderita y otros minerales en la piedra caliza como resultado de procesos químicos (GEOTECNIA FÁCIL., 2023).

La máquina se basa en una “palanca de fuerza infinita” o “TOGGLE”, de modo que a medida que se comprime la mezcla aumenta la presión sobre ella. Produce bloques de

construcción con buena resistencia y durabilidad. La máquina fue diseñada por Raúl Ramírez (RAM) ingeniero del CINVA - C e n t ro Interamericano de Vivienda y Planeamiento en Colombia, como parte del Proyecto 22 de la OEA. Es considerada una de las tecnologías latinoamericanas más difundidas en el mundo (Limón, et al., 2001).

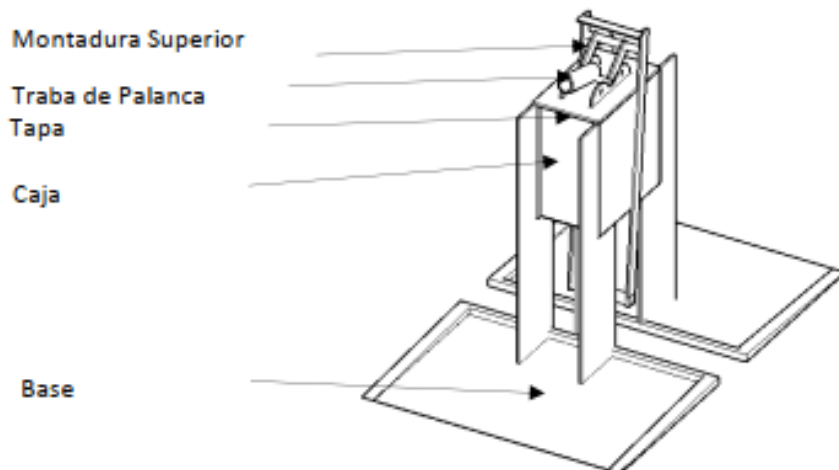


Figura 3: Máquina CINVA RAM

Nota: Máquina Cinva Ram, fuente adaptada CETA-Ram, 1981.

La resistencia a compresión axial se mide mediante el ensayo de compresión del material en cubos de 0.1 m de arista. La resistencia última a compresión axial es de 1.0 MPa = 10.2 kgf/cm². Los cubos de adobes o muestras de tapia deben cumplir con que el promedio de las seis mejores muestras sea igual o mayor a la resistencia última indicada (NORMA E.080, 2017).

Fórmula N° 1. Compresión axial simple.

$$Fb = Pm$$

$$Ab \text{ (kg/cm}^2\text{)} \dots\dots\dots (l)$$

Donde:

F_b = Resistencia a la compresión axial de la unidad de albañilería (Kg/cm^2).

P_m = Carga máxima de rotura (kg)

A_b = Área bruta de la unidad de albañilería (cm^2) (NTP, 2005)

Fórmula N° 2. Resistencia a la Compresión característica (f'_b).

$$f'_b = f_b - \sigma \text{ (kg/cm}^2\text{) (2)}$$

Donde:

f'_b = Resistencia característica a la compresión de la unidad de albañilería (Kg/cm^2)

f_b = Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (Kg/cm^2).

σ = Desviación estándar (NTP, 2005).

Teniendo claros los conceptos y debido a que el adobe es conocido como un material aún utilizado en Cajamarca en las zonas rurales, esta investigación dio una mejora a las propiedades mecánicas de este al adicionar piedra caliza, ya que en la región este material es de fácil acceso y bajo costo, por lo tanto, se busca dar a conocer que al utilizar este material no hay contaminación en el medio ambiente, ya que este por medio de un proceso natural de degradación se va eliminando sin producir ningún daño.

1.2. Formulación del problema

¿En cuánto aumenta la resistencia a compresión del adobe compactado con adición de piedra triturada caliza en porcentajes 2%, 3% y 4%, Cajamarca-2023?

1.3. Objetivos

➤ Determinar la resistencia a compresión del adobe compactado con adición de 2%, 3% y 4% de piedra triturada caliza.

- Determinar las propiedades físico mecánicas del suelo para la elaboración de adobes compactados.
- Elaborar adobes compactados con suelo sin adición de piedra triturada (adobe patrón) y adobes compactados con adición de piedra caliza triturada al 2%, 3% y 4%.
- Determinar la resistencia a compresión del adobe patrón y de los adobes con adición de piedra caliza triturada.

1.4. Hipótesis

La adición de piedra triturada caliza en porcentajes de 2%,3% y 4% en el adobe compactado incrementa su resistencia a compresión.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

El tipo de diseño de investigación del siguiente trabajo de tesis es experimental en el sentido de que se define como un estudio realizado mediante la manipulación de una o más variables. Es decir, estos estudios controlan los aumentos o disminuciones de estas variables y su efecto sobre el comportamiento observado. Tenemos 3 elementos científicos para caracterizar este tipo de estudio: Control, Manipulación y Observación, donde hay un grupo de control (es decir, el grupo sin la variable manipulada) y otro grupo con la variable manipulada, este grupo se llama el grupo experimenta (SurveyMonkey, 1999).

El tipo de investigación es experimental porque nos permite evaluar y controlar el aumento y disminución de los resultados de compresión del adobe compactado con la incorporación de piedra triturada caliza en diferentes porcentajes, realizados en los laboratorios de la Universidad Privada del Norte sede Cajamarca.

El enfoque de la investigación es cuantitativo en el sentido de que la recopilación de datos numéricos se utilizó para probar la hipótesis, en el estudio se comparó los datos numéricos obtenidos en los ensayos realizados. El estudio adopta un enfoque cuantitativo con resultados cuantificables a través de pruebas de laboratorio, lo que permite la verificación y comparación de los resultados numéricos obtenidos en las pruebas de laboratorio, utilizando así los datos para un mejor diseño de las unidades de adobe (Chahuara, 2022).

Según la (NORMA E.080, 2017), específica que se deben ensayar 6 unidades de adobes compactados para cada resistencia a compresión y cumplir con una resistencia mínima de 10.2 kg/cm² o 1.0 MPa. Para esta investigación se realizaron 32 unidades de adobes compactados con las medidas de 13x14x9.5cm, precisamente se utilizaron 8 unidades

para cada resistencia a la compresión axial, para la muestra patrón y cada porcentaje de incorporación de piedra caliza triturada en este caso se investigará al 2%, 3% y 4%.

La muestra es no probabilística, por ello se calculó de acuerdo a la norma E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada.

Tabla 1: *Muestras para ensayo de resistencia a compresión axial.*

TIPO DE MUESTRA	Tipo de adobe	Cantidad
Muestra patrón	Unidades de adobe sin adiciones.	8
Muestra al 2%	Unidades de adobe compactado con 2% de adición de piedra triturada caliza.	8
Muestra al 3%	Unidades de adobe compactado con 3% de adición de piedra triturada caliza.	8
Muestra al 4%	Unidades de adobe compactado con 4% de adición de piedra triturada caliza.	8
TOTAL 32		

En la siguiente tabla mencionaremos los materiales, instrumentos y métodos que utilizamos en la investigación.

Tabla 2 *Materiales, instrumentos y métodos que se utilizaron en los ensayos.*

Ensayos	Métodos	Instrumentos	Materiales
Ensayos de suelo	Experimento	Tamices, taras, balanza, protocolos, pistón, molde, brochas, cepillos, copa de Casagrande, espátula, cámara fotográfica, tinas.	200kg de tierra, papel, filtro, agua
Compresión	Experimento	Máquina de ensayos a compresión	Adobes, carretilla

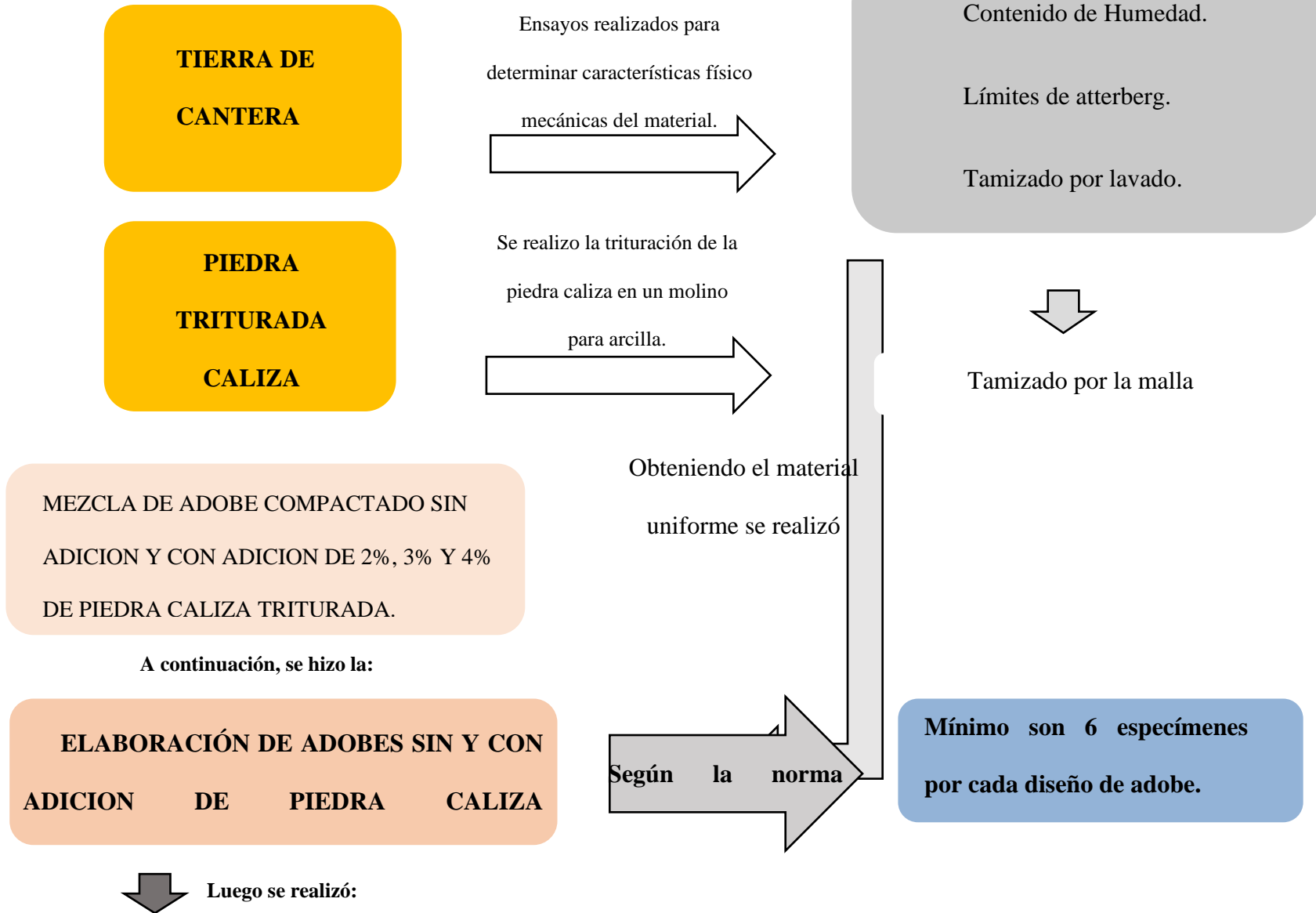
Presentamos técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos para realizar las siguientes investigaciones, utilizando técnicas de observación directa. Para probar las hipótesis establecidas, se realizaron unidades de adobe compactado con material arcilloso de alta plasticidad extraído de la cantera “Pariamarca”. Las propiedades del suelo se obtuvieron de los ensayos realizados en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte de Cajamarca con ayuda de los técnicos y los protocolos establecidos con respecto a sus normativas.

Los protocolos utilizados son los siguientes: Contenido de humedad (MTC E 108/ASTM D 2216/ NTP 339.127), análisis granulométrico (ASTM D421), límites de plasticidad (ASTM D43218/ NTP E339.130-NTP E111), Proctor modificado – método A (MTC E115/ ASTM D 1557/ NTP 339.141) y el ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (NTP 399.613- 339.604).

Tabla 3 *Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.*

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Observación directa Conocimiento de programas y búsqueda de información	Protocolos de ensayos de Laboratorio de la Universidad Privada del Norte – Cajamarca. Análisis de datos Diagrama de barras en el Programa de Excel. Comparación de resultados con la Norma. E.080. Resultados obtenidos de los ensayos realizados en el laboratorio de suelo y de concreto de la Universidad Privada del Norte

Procedimiento.





Suelo: La extracción del material se realizó por excavación manual de una cantera ubicada en la carretera a Pariamarca, para llegar al lugar tenemos que ir hasta Av. La Paz cuadra 26 y de ahí caminar 1 km aproximadamente.

Ubicación de la cantera:

Departamento: Cajamarca

Provincia: Cajamarca

Distrito: Pariamarca

Figura 4: *Ubicación de la Cantera.*



Fuente: Google Earth Pro, 2023

Tabla 4: *Coordenadas Geográficas y UTM de la ubicación de la cantera.*

Cajamarca “Av. La Paz cuadra 26”	Coordenadas Geográficas	Latitud	-7.188135
		Longitud	-78.496100
	Coordenadas UTM	Este	776502.00
		Norte	9205045.00
Cantera “Pariamarca”	Coordenadas Geográficas	Latitud	-7.190259
		Longitud	-78.495169
	Coordenadas UTM	Este	776643.00
		Norte	9204354.00

Piedra Caliza: La piedra caliza se extrajo de la provincia de San Marcos, este se encuentra a 1 hora y 30 minutos de la provincia de Cajamarca, para obtener la piedra caliza tenemos que ir 15 minutos a las afueras de San Marcos hasta la cantera de Catagón centro

poblado, donde es triturada por una chancadora de piedra y finalmente lo pasamos por un molino de arcilla.

Ubicación de la piedra caliza:

Departamento: Cajamarca

Provincia: San Marcos

Distrito: San Marcos

Figura 5: *Ubicación de la cantera de piedra caliza.*



Fuente: Google Earth Pro, 2023.

Tabla 5: *Coordenadas Geográficas y UTM de la ubicación de la cantera de la piedra caliza en el distrito de San Marcos.*

Plaza de armas de la provincia de San Marcos	Coordenadas Geográficas	Latitud	-7.338360
		Longitud	-78.169572
	Coordenadas UTM	Este	812419.00
		Norte	9188117.00
Ubicación de las plantas de aloe vera	Coordenadas Geográficas	Latitud	-7.351552
		Longitud	-78.187952
	Coordenadas UTM	Este	808436.00
		Norte	9185802.00

Se realizaron los estudios previos tanto de la tierra que se extrajo de la cantera de “Pariamarca” antes de la elaboración de adobes compactados, para eso utilizamos el

laboratorio de la Universidad Privada del Norte- Cajamarca, los ensayos se detallan a continuación:

Contenido de humedad.

- Norma

MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127.

- Importancia

El contenido de humedad de un material se usa para expresar las relaciones de fase del aire, agua y sólidos en un volumen de material dado.

- Material:

Muestra extraída de la cantera.

- Equipo:

~ Balanza con aproximación de 0.01 gr.

~ Estufa con control de temperaturas u Horno de temperatura: $100 \pm 10^\circ\text{C}$.

~ Recipientes o Taras.

- Procedimiento:

1. Identificación del recipiente (A).
2. Pesar el recipiente o tara (B).
3. Pesar la muestra húmeda en el recipiente o tara (C).
4. Secar la muestra en la estufa durante 24 horas a 105°C .
5. Pesar la muestra seca en el recipiente o tara (D).
6. Determinar el peso masa húmeda $(E) = C - B$.
7. Determinar el peso del suelo seco $(F) = D - B$.
8. Determinar el contenido de humedad $(G) = (E-F / F) * 100\%$

$$(W\%) = \frac{(W_W - W_S)}{W_S} \times 100\% \dots \dots (1)$$

Donde:

~ W_W : *Peso natural*

~ W_S : *Peso seco*

~ $W\%$: *Humedad total*

Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado.

- Norma

ASTM D421 / NTP 339.128

- Importancia

Nos permite estudiar el tamaño de las partículas y medir la importancia que tendrán según la fracción de suelo que representen.

- Material

Muestra seca aproximadamente 1000 gr.

- Equipo

~ Juego de mallas.

~ Balanza con aproximación de 0.01 gr.

~ Recipientes o Taras.

~ Estufa con control de temperaturas u Horno de temperatura: $100 \pm 10^\circ\text{C}$.

- Procedimiento

1. Secar la muestra

2. Pesar la muestra seca (W_S)

3. Colocar la muestra en un recipiente, cubrir con agua y dejar durante algunas horas dependiendo del tipo de material.

4. Tamizar la muestra por la malla N° 200 mediante chorro de agua

5. La muestra retenida en la malla N° 200 se retira en un recipiente y se deja secar.

6. Pasar la muestra seca por el juego de tamices, agitando en forma manual o mediante tamizador.

7. Determinar los porcentajes de los pesos retenidos en cada tamiz (%RP)

$$\% R. P. = \frac{P. R. P}{W_{ms}} * 100 \dots \dots (2)$$

8. Determinar los porcentajes retenidos acumulados en cada tamiz %RA, para lo cual se sumarán en forma progresiva los %RP, es decir:

$$\%R. A. 1 = \%R. A. 1$$

$$\%R. A. 2 = \%R. A. 1 + \%R. A. 2$$

$$\%R. A. 3 = \%R. A. 1 + \%R. A. 2 + \%R. A. 3, Etc \dots \dots (3)$$

9. Determinar los porcentajes acumulados que pasan en cada tamiz

$$\% \text{ que pasa} = 100\% - \%R. A \dots \dots (4)$$

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

Límites de Atterberg.

- Límite líquido

- Norma

NTP 339.129

- Importancia

Miden la cohesión del terreno y su contenido de humedad.

- Material

Suelo seco que pasa la malla N° 40.

- Equipo:

~ Malla N° 40.

~ Copa de Casagrande.

~ Ranurador o acanalador.

~ Balanza con aproximación de 0.01 gr

~ Estufa con control de temperaturas u Horno de temperatura: $100 \pm 10^{\circ}\text{C}$.

~ Espátula.

~ Probeta de 100 ml.

~ Cápsula de porcelana.

~ Taras identificadas.

- Procedimiento:

1. En una cápsula de porcelana, mezclar el suelo con agua mediante una espátula hasta obtener una pasta uniforme
2. Colocar una porción de la pasta en la copa de Casagrande, nivelar mediante la espátula hasta obtener un espesor de 1 cm.

3. En el centro hacer una ranura con el acanalador de tal manera que la muestra queda dividida en dos partes
4. Elevar y caer la copa mediante la manivela a razón de 2 caídas por segundo hasta que las dos mitades de suelo se pongan en contacto en la parte inferior de la ranura y a lo largo de 1.27 cm, registrar el número de golpes.
5. Mediante la cápsula, retirar la porción de suelo que se ha puesto en contacto en la parte inferior de la ranura y colocarlo en una tara para determinar su contenido de humedad.
6. Retirar el suelo de la copa de Casagrande y colocar en la cápsula de porcelana, agregar agua si el número de golpes del ensayo anterior ha sido alto, o agregar suelo si el número de golpes ha sido bajo. (el número de golpes debe estar comprendido entre 6 y 35)
7. Lavar y secar el acanalador
8. Repetir el ensayo mínimo 2 veces
9. Dibujar la curva de fluidez (la recta) en escala semilogarítmica, en el eje de las abscisas se registrará el número de golpes en escala logarítmica, en el eje de ordenadas los contenidos de humedad en escala natural.
10. Determinar la ordenada correspondiente a los 25 golpes en la curva de fluidez, este valor será el límite líquido del suelo.

- Límite plástico

- Norma

ASTM D4318 / MTC E111 / NTP 339.129

- **Importancia**

Miden la cohesión del terreno y su contenido de humedad.

- **Material**

Una porción de la mezcla preparada para el límite líquido

- **Equipo:**

- ~ Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- ~ Estufa
- ~ Espátula
- ~ Cápsula de porcelana
- ~ Placa de vidrio
- ~ Taras identificadas

- **Procedimiento:**

1. A la porción de la mezcla preparada para el límite líquido agregar suelo seco de tal manera que la pasta baje su contenido de humedad.
2. Enrollar la muestra con la mano sobre una placa de vidrio hasta obtener cilindros de 3 mm de diámetro y que presenten agrietamientos, determinar su contenido de humedad.
3. Repetir el ensayo una vez más.
4. El límite plástico es el promedio de los 2 valores de contenidos de humedad.

Tipo de suelo.

Este ensayo se realizó con la norma (ASTM D 2487, 2003) utilizando y teniendo en cuenta dos sistemas de clasificación AASHTO y SUCS. Se clasifica el tipo de suelo que será usado en el adobe y conocer qué componentes presenta nuestro suelo.

Para una buena clasificación de suelo se realizó con los ensayos de granulometría y límites de atterberg, se clasifica el suelo mediante SUCS si el suelo que pasa es menor que 50% por la malla N° 200 será un suelo grueso y si es el porcentaje es mayor al 50% será un suelo fino y se clasificará según la carta de plasticidad.

Proctor modificado.

- Norma

MTC 115 / ASTM D1557 / NTP 339.141.

- Importancia

Determinar la densidad seca máxima de un terreno en relación con su grado de humedad, a una energía de compactación determinada.

- Material

~ Muestra alterada seca.

~ Papel filtro.

- Equipo

~ Equipo proctor modificado (molde cilíndrico, placa de base y anillo de extensión).

~ Pisón proctor modificado.

~ Balanza con aproximación de 0.01 gr.

~ Estufa con control de temperatura.

~ Probeta de 1000 ml.

- ~ Recipiente de 6 kg, de capacidad.
- ~ Espátula.
- ~ Recipientes identificados o taras.
- ~ Tamices. - De 19,0 mm ($\frac{3}{4}$ pulg), 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ pulg) y 4,75 mm (N° 4).

● Procedimiento

1. Obtener la muestra seca para el ensayo, de acuerdo a utilizar (método A, B o C).
2. Preparar 5 muestras con una determinada cantidad de agua, de tal manera que el contenido de humedad de cada una de ellas varía aproximadamente en $\frac{1}{4}$ % entre ellas.
3. Ensamblar el molde cilíndrico con la placa base y el collar de extensión y el papel filtro.
4. Compactar cada muestra en 5 capas y cada capa con 25 o 56 golpes (depende del método A, B o C), al terminar de compactar la última capa, se retira el collar de extensión, se enrasa con la espátula y se determina la densidad húmeda (Dh).
5. Determinar el contenido de humedad de cada muestra compactada (W%), utilizando muestras representativas de la parte superior e inferior.
6. Determinar las densidades secas de cada muestra compactada (Ds).

$$D_s = \frac{D_h}{\left(1 + \frac{w\%}{100}\right)} \dots \dots (5)$$

7. Dibujar la curva de compactación en escala natural, el dato del contenido de humedad se registra en el eje de abscisas y los datos de densidad seca en el eje de ordenadas.
8. Determinar la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad.

Diseño experimental

Procedimos a tamizar el material seco por la malla N°4, luego de acuerdo al molde se utilizó 9.5 kg de tierra tamizada, de acuerdo a esto se sacó la dosificación del agua, con el porcentaje de agua previamente corregido.

Para las unidades de adobes compactados para ensayo a resistencia a compresión se utilizan mitades de un adobe entero, las medidas promedio son largo = 14.50 cm, ancho = 13.50 cm y espesor 9.5 cm. Estas medidas fueron extraídas de la máquina CINVA RAM de la UPN.

Dosificación de agua

El porcentaje que se añadió a cada adobe se realizó de acuerdo a los resultados obtenidos del ensayo de proctor modificado. Previamente a la adición de agua, se debe verificar el contenido de humedad de la tierra en el momento de la fabricación de los adobes, en este caso la tierra estaba totalmente seca.

- Adobe patrón 24% de 9500 gr = 2,280 L
- Adobe con 2% de piedra caliza triturada 18.80% de, 9500 gr = 1,786 L
- Adobe con 3% de piedra caliza triturada, 15.90% de, 9500 gr = 1,510.5 L
- Adobe con 4% de piedra caliza triturada, 15% de, 9500 gr = 1,425 L

Dosificación de piedra caliza triturada.

La piedra caliza triturada se tamiza por la malla N° 4, para cada adobe se adicionará un 2%, 3% y 4% en proporción al peso total de la mezcla de cada uno (9.5 kg).

- Adobe con 2 % de piedra caliza triturada: 2% de 9500 gr = 190 gr.
- Adobe con 3 % de piedra caliza triturada: 3% de 9500 gr = 285 gr.
- Adobe con 4 % de piedra caliza triturada: 4% de 9500 gr = 380 gr

Al referirnos a la prensa CINVA RAM, (Mejía, 2014) indica que: consta de una caja o molde dentro del cual un pistón actuado por un dispositivo de palanca operado a mano, comprime la mezcla de tierra fresca para formar el bloque. Al accionar la palanca en sentido inverso, el mismo pistón expulsa el bloque, el cual es retirado manualmente para ser puesto a curar a la sombra por un período mínimo de siete días.

Las características de la prensa CINVA RAM:

- ✓ Peso: 67 kg.
- ✓ Aplicación de la fuerza a la palanca: 36.5 kg.
- ✓ Presión producida por esta fuerza: 18.000 kg.
- ✓ Fuerza de resistencia a la compresión: 280 000 – 560 000 kg/m²; es decir, 28 – 56 kg/cm².
- ✓ Las dimensiones reales de los adobes comprimidos para la siguiente investigación son de:
 - ~ Largo = 30 cm.
 - ~ Ancho = 13.5 cm.
 - ~ Espesor = 9.5 cm.

1. Se determinó la cantidad de material a utilizar con, 2%, 3% y 4% de piedra caliza triturada.
2. Para cada porcentaje se calculó su respectiva dosificación tanto de material, agua y piedra caliza.
3. Se mezclaron todos los materiales hasta tener una mezcla homogénea para así evitar la adherencia de material en la máquina y no tener deformaciones en los adobes.
4. Teniendo ya el molde preparado y aceitado, se empezó a colocar la mezcla en este hasta que esté completamente lleno y se empezó a compactar.
5. Al momento de obtener el adobe compactado, retirarlo de la máquina con mucho cuidado.
6. Seguidamente, colocarlo en una superficie plana para dejar secándolo a la intemperie.

Se realizó el mismo procedimiento para los demás adobes de los diferentes porcentajes indicados anteriormente.

Resistencia a la compresión

- Norma

ASTM C – 67

- Importancia

Determinar la resistencia a la compresión de adobes.

- Material

~ 8 adobes con 0% de piedra caliza triturada.

~ 8 adobes con 2% de piedra caliza triturada.

~ 8 adobes con 3% de piedra caliza triturada.

~ 8 adobes con 4% de piedra caliza triturada.

● Equipo

~ Prensa hidráulica.

~ Vernier.

● Procedimiento

1. Medir cada adobe para obtener su área.

2. Uno tras uno va pasando por la prensa hidráulica donde se mide deformación de cada uno para posteriormente aplicar las siguientes fórmulas.

$$\sigma = \frac{\text{Carga}(Kg)}{\text{Área}(cm^2)} \dots\dots\dots (6)$$

$$\varepsilon\mu = \frac{\text{Deformación}}{\text{Altura}(mm)} \dots\dots\dots (7)$$

En la presente investigación, los aspectos éticos que se han considerado, es la confiabilidad de los resultados obtenidos a través de los ensayos realizados en laboratorio de UPN, siguiendo los procedimientos establecidos en las normas antes mencionadas. Otro aspecto ético a considerar es que el uso de piedra para adicionar al adobe compactado, no es perjudicial para el medio ambiente y no daña a las personas que puedan utilizar en la investigación. Los materiales utilizados son de bajo costo, por lo que ayudará a realizar otras investigaciones en dicho campo y seguir mejorando el adobe con materiales de fácil acceso.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

 Tabla 6: *Contenido de humedad.*

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara		T-1	T-2	T-3
B	Peso del Recipiente	gr	26.70	28.10	28.00
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	130.30	131.80	132.90
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	109.10	110.30	110.80
E	Peso del Agua (Ww) C - B	gr	21.20	21.50	22.10
F	Peso Suelo Seco (Ws) D - B	gr	82.40	82.20	82.80
W %	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%	21.20	21.50	22.10
G	Promedio Porcentaje Humedad	%		26.19	

Nota: *El resultado obtenido para el ensayo de contenido de humedad del suelo es de 26.19%*

 Tabla 7: *Límite líquido*

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación de Recipiente	N°	M-1	M-2	M-3
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	40.27	43.45	40.99
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	35.60	38.00	35.95
D	Peso de Recipiente	gr	27.84	28.15	26.79
E	Peso del Agua (B – C)	gr	4.67	5.45	5.04
F	Peso Suelo Seco (C – D)	gr	7.76	9.85	9.16
G	Número de Golpes	N	15	26	33
H	Contenido de Humedad (E/F) *100	%	60.18	55.33	55.02

Nota: *El resultado obtenido para el ensayo de límite líquido es 56.84%.*

Figura 6: Gráfico de datos obtenidos en el ensayo de límite líquido.

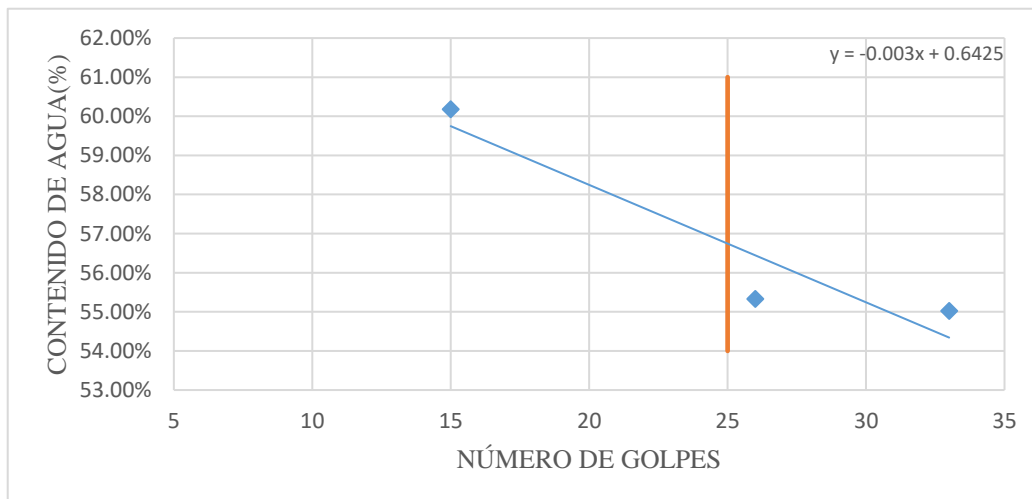


Tabla 8: Límite plástico.

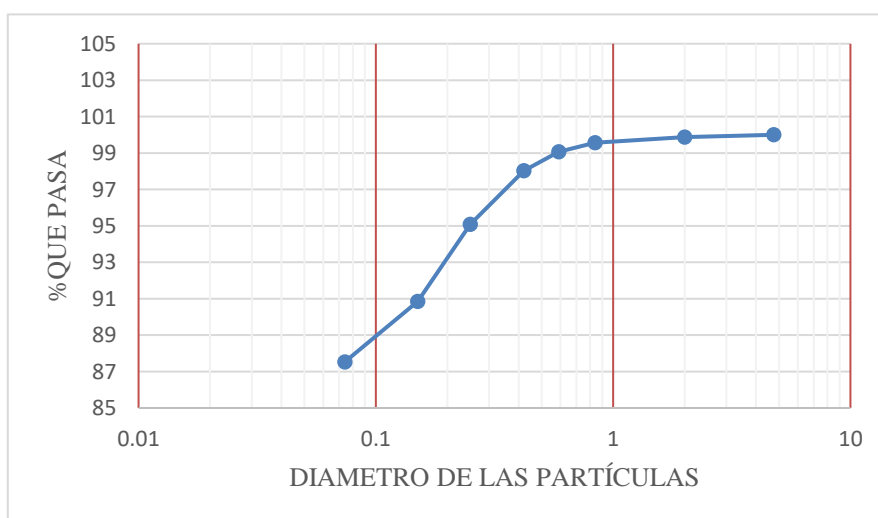
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2
A	Identificación de Recipiente	N°	M-4	M-5
B	Suelo Húmedo + Tara	gr	40.74	40.71
C	Suelo Seco + Tara	gr	39.16	39.31
D	Peso de Tara	gr	33.75	34.29
E	Peso del Agua (B – C)	gr	1.58	1.4
F	Peso Suelo Seco (C – D)	gr	5.41	5.02
G	Contenido de Humedad (E/F) *100	%	29.21	27.89
H	Promedio Límite Plástico			28.55

Nota: El resultado obtenido para el ensayo de límite plástico es 28.55%, entonces obtenemos un índice de plasticidad de 28.29%.

Tabla 9: *Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado.*

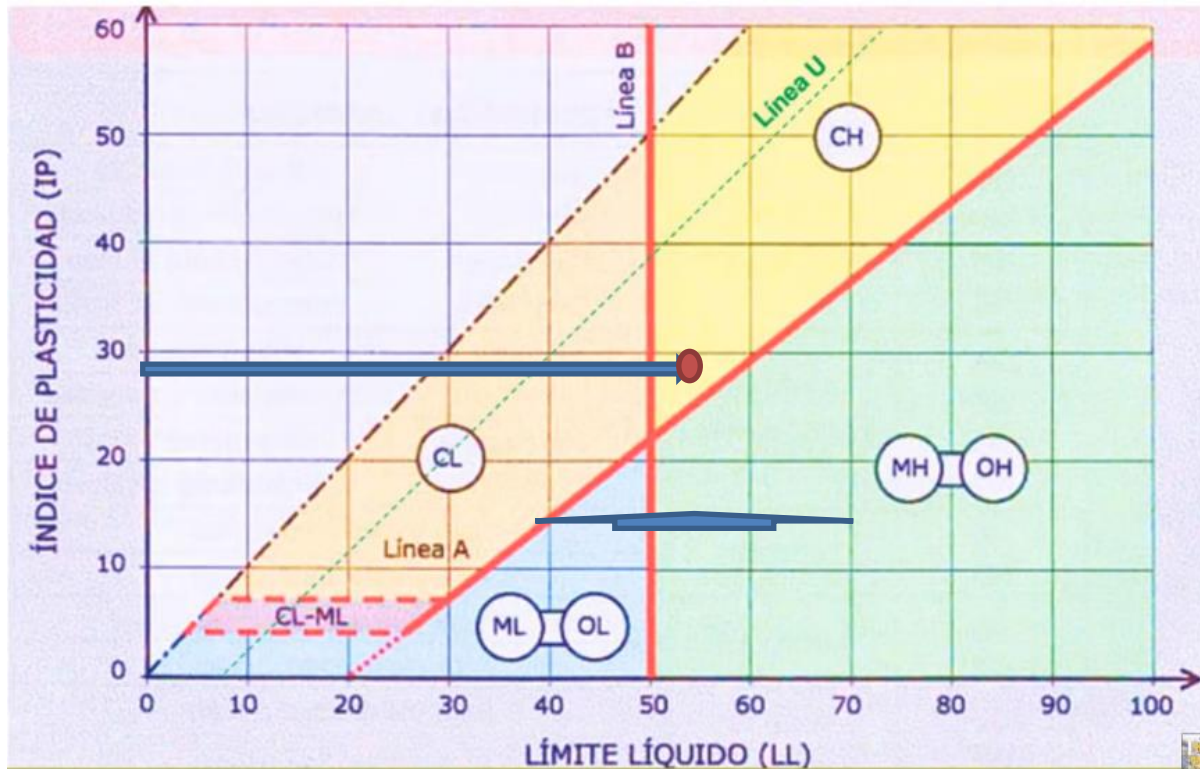
Peso de muestra seca; Ws		500.00	gr			
Tamiz	Abertura	Peso Retenido (gr)	% RP	%RA	% que pasa	
N° 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00	
N°10	2.00	0.60	0.12	0.12	99.88	
N°20	0.84	1.60	0.32	0.44	99.56	
N°30	0.59	2.50	0.50	0.94	99.06	
N°40	0.42	5.20	1.04	1.98	98.02	
N°60	0.25	14.70	2.94	4.92	95.08	
N°100	0.15	21.20	4.24	9.16	90.84	
N°200	0.074	16.60	3.32	12.48	87.52	
Pérdida	Lavado	437.60	87.52	100.00	0.00	
Total		500.00	100			

Figura 7: *Gráfico de datos obtenidos en el ensayo de análisis granulométrico mediante tamizado por lavado.*



Nota: El porcentaje que se obtuvo que pasa por el tamiz N°200 = 87.52%

Figura 8: Carta de plasticidad para la clasificación de un suelo (Clasificación mediante SUCS).

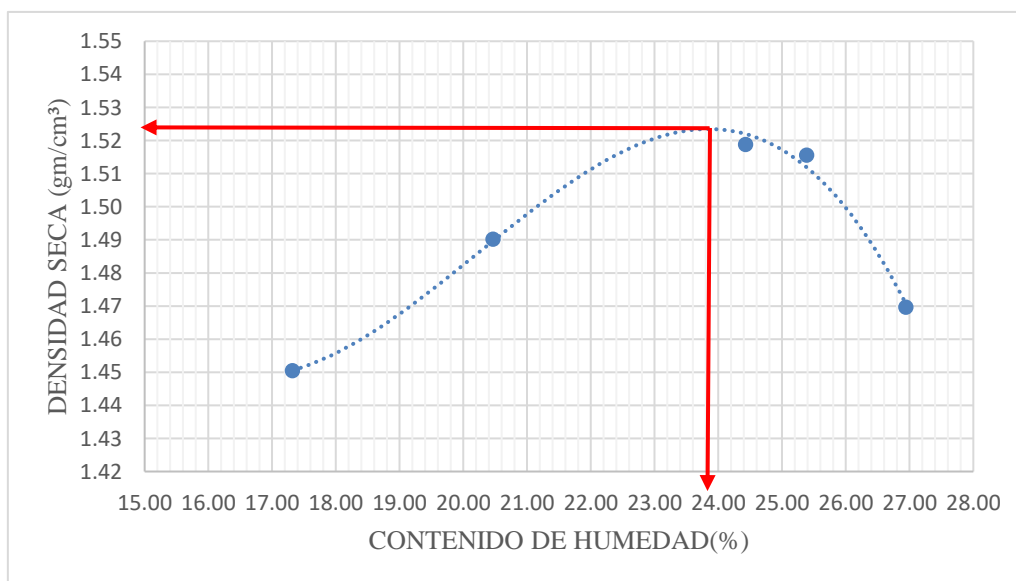


Con los resultados obtenidos a partir de los ensayos de granulometría y límites de atterberg se procedió a clasificar el suelo en la carta de plasticidad según SUCS y AASTHO, teniendo un valor de 87.52% que pasa por la malla N° 200 (suelo fino) se clasificó el suelo directamente de la carta de plasticidad, obteniendo como resultado una arcilla de alta plasticidad, por lo que según la clasificación SUCS es un suelo tipo CH y según el método AASTHO nos indica que es un suelo A-7-6 (suelo arcilloso), podemos ver que en ambas clasificación el tipo de suelo estudiado en la presente investigación coinciden.

Molde N°	1		2		3		4		5	
Peso Molde (gr)	3884		3884		3884		3884		3884	
Pmh + molde (gr)	5504		5593		5683		5693		5660	
Pmh(gr)	1620		1709		1799		1809		1776	
Vmh(cm ³)	951.95		951.95		951.95		951.95		951.95	
Dh(gr/cm ³)	1.70		1.80		1.89		1.90		1.87	
Tara	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Peso tara (gr)	27.00	27.00	28.00	28.00	34.00	34.00	34.00	38.00	27.00	27.00
Pmh + t (gr)	132.00	132.00	136.00	144.00	142.00	145.00	149.00	160.00	142.00	143.00
Pms + t (gr)	117.00	116.00	117.00	125.00	121.00	123.00	126.00	135.00	119.00	117.00
Pw (gr)	15.00	16.00	19.00	19.00	21.00	22.00	23.00	25.00	23.00	26.00
Pms (gr)	90.00	89.00	89.00	97.00	87.00	89.00	92.00	97.00	92.00	90.00
W (%)	16.67	17.98	21.35	19.59	24.14	24.72	25.00	25.77	25.00	28.89
W. Prom óptimo (%)	17.32		20.47		24.43		25.39		26.94	
Ds(gr/cm ³)	1.45		1.49		1.52		1.52		1.47	

Tabla 10: Proctor modificado para adobe patrón.

Figura 9: Gráfico de datos obtenidos en el ensayo de proctor modificado para adobe patrón.



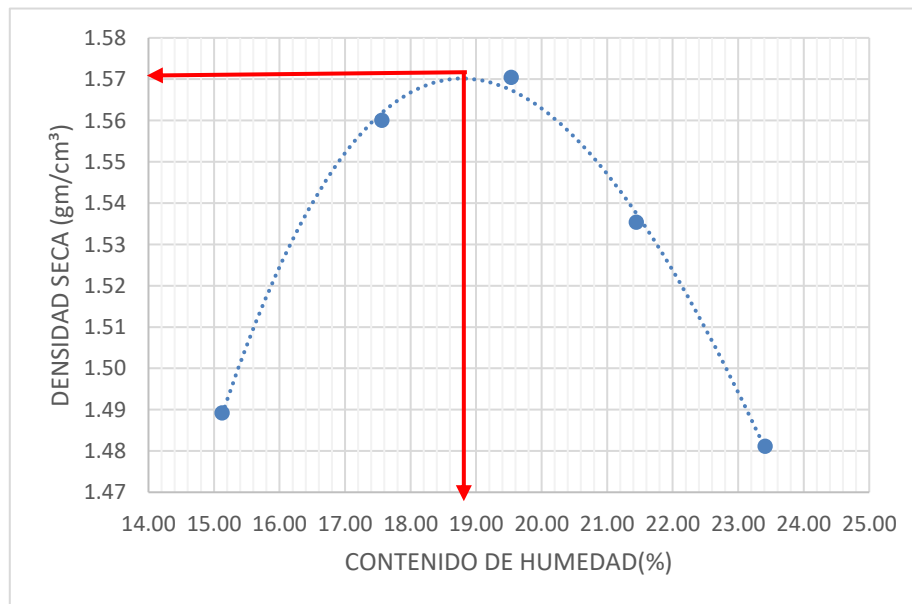
Nota: En el proctor modificado para el adobe patrón se obtuvo una densidad seca

Molde N°	1		2		3		4		5	
Peso Molde (gr)	3998		3998		3998		3998		3998	
Pmh + molde (gr)	5630		5746		5785		5773		5738	
Pmh(gr)	1632		1748		1787		1775		1740	
Vmh(cm ³)	951.95		951.95		951.95		951.95		951.95	
Dh(gr/cm ³)	1.71		1.84		1.88		1.86		1.83	
Tara	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Peso tara (gr)	27.00	27.00	28.00	28.00	34.00	34.00	34.00	37.00	27.00	27.00
Pmh + t (gr)	134.00	137.00	143.00	144.00	148.00	153.00	141.00	143.00	133.00	135.00
Pms + t (gr)	119.70	122.80	126.00	126.50	130.20	132.70	122.70	123.70	113.20	114.20
Pw (gr)	14.30	14.20	17.00	17.50	17.80	20.30	18.30	19.30	19.80	20.80
Pms (gr)	92.70	95.80	98.00	98.50	96.20	98.70	88.70	86.70	86.20	87.20
W (%)	15.43	14.82	17.35	17.77	18.50	20.57	20.63	22.26	22.97	23.85
W. Prom óptimo (%)	15.12		17.56		19.54		21.45		23.41	
Ds(gr/cm ³)	1.49		1.56		1.57		1.54		1.48	

máxima 1.526 gr/cm³, y una humedad óptima de 23.80%.

Tabla 11: Proctor modificado para adobe con adición de 2% de piedra caliza triturada.

Figura 10: Gráfico de datos obtenidos en el ensayo de proctor modificado para adobe con 2% de piedra caliza triturada.

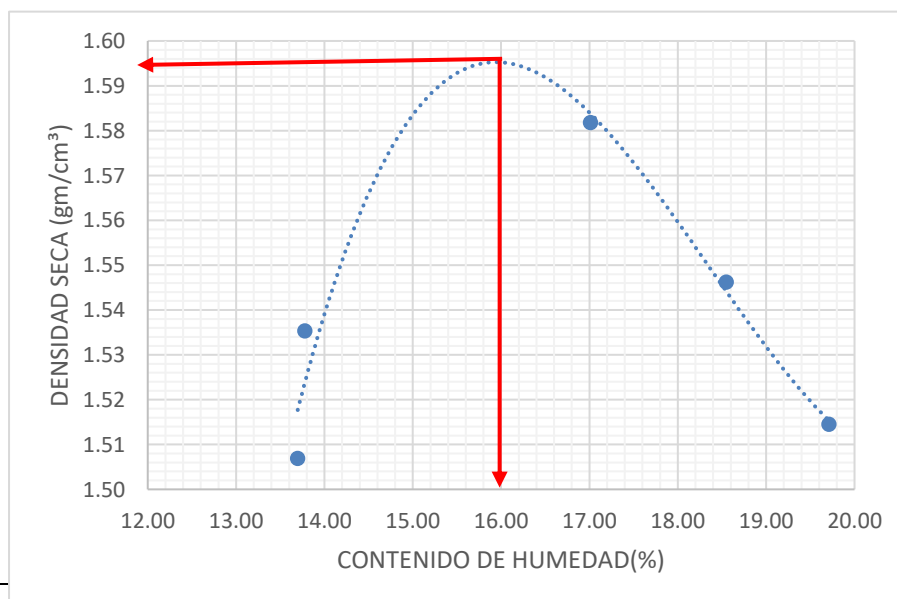


Molde N°	1		2		3		4		5	
Peso Molde (gr)	3884		3884		3884		3884		3884	
Pmh + molde (gr)	5515		5547		5646		5629		5610	
Pmh(gr)	1631		1663		1762		1745		1726	
Vmh(cm ³)	951.95		951.95		951.95		951.95		951.95	
Dh(gr/cm ³)	1.71		1.75		1.85		1.83		1.81	
Tara	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Peso tara (gr)	27.10	26.80	27.90	28.20	34.00	34.00	34.00	38.00	27.00	27.00
Pmh + t (gr)	140.40	141.00	148.40	146.40	155.90	154.20	141.00	145.20	126.93	133.25
Pms + t (gr)	126.30	127.70	132.40	133.50	137.70	137.20	125.10	127.60	111.10	115.10
Pw (gr)	14.10	13.30	16.00	12.90	18.20	17.00	15.90	17.60	15.83	18.15
Pms (gr)	99.20	100.90	104.50	105.30	103.70	103.20	91.10	89.60	84.10	88.10
W (%)	14.21	13.18	15.31	12.25	17.55	16.47	17.45	19.64	18.82	20.60
W. Prom óptimo (%)	13.70		13.78		17.01		18.55		19.71	
Ds(gr/cm ³)	1.41		1.54		1.58		1.55		1.51	

Nota: En el proctor modificado para el adobe patrón se obtuvo una densidad seca máxima 1.57 gr/cm³, y una humedad óptima de 18.8%.

Tabla 12 Proctor modificado para adobe con adición de 3% de piedra caliza triturada.

Figura 11: Gráfico de datos obtenidos en el ensayo de proctor modificado para adobe con 3% de piedra caliza triturada.

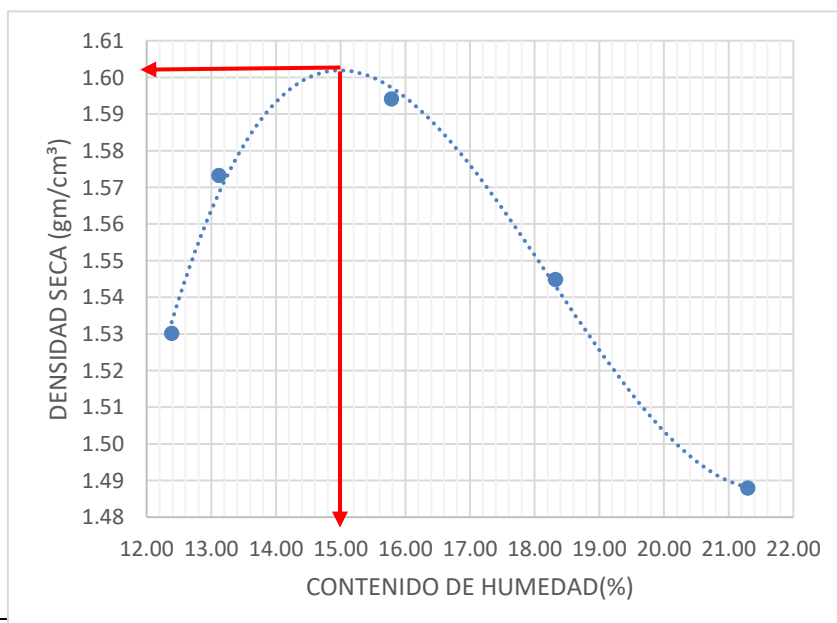


Molde N°	1		2		3		4		5	
Peso Molde (gr)	3883		3883		3883		3883		3883	
Pmh + molde (gr)	5520		5577		5640		5623		5601	
Pmh(gr)	1637		1694		1757		1740		1718	
Vmh(cm ³)	951.95		951.95		951.95		951.95		951.95	
Dh(gr/cm ³)	1.72		1.78		1.85		1.83		1.80	
Tara	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Peso tara (gr)	27.00	27.00	27.87	28.19	34.00	34.00	34.00	38.00	27.00	27.00
Pmh + t (gr)	130.18	128.48	117.16	120.61	140.32	138.52	121.32	124.96	131.91	131.20
Pms + t (gr)	118.40	117.70	106.90	109.80	125.90	124.20	108.10	111.20	113.30	113.10
Pw (gr)	11.78	10.78	10.26	10.81	14.42	14.32	13.22	13.76	18.61	18.10
Pms (gr)	91.40	90.70	79.03	81.61	91.90	90.20	74.10	73.20	86.30	86.10
W (%)	12.89	11.89	12.98	13.25	15.69	15.88	17.84	18.80	21.56	21.02
W. Prom óptimo (%)	12.39		13.11		15.78		18.32		21.29	
Ds(gr/cm ³)	1.53		1.57		1.59		1.54		1.49	

Nota: En el proctor modificado para el adobe patrón se obtuvo una densidad seca máxima 1.595 gr/cm³ y una humedad óptima de 16%.

Tabla 13 *Proctor modificado para adobe con adición de 4% de piedra caliza triturada.*

Figura 12: *Gráfico de datos obtenidos en el ensayo de proctor modificado para adobe con 4% de piedra caliza triturada.*



Nota. En el proctor modificado para el adobe patrón se obtuvo una densidad seca máxima 1.602 gr/cm³ y una humedad óptima de 15%.

Tabla 14: *Resultados de ensayo de esfuerzo a compresión del adobe patrón.*

Muestra patrón	Carga (kg)	Deformación(mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación unitaria
1	4347	4.76	29.20	0.052
2	5827	5.23	30.82	0.056
3	4228	4.57	22.16	0.049
4	4615	5.89	23.11	0.064
5	5390	5.82	27.58	0.061
6	4952	4.48	26.43	0.048
7	3565	6.48	18.64	0.069
8	4369	5.07	22.70	0.055

Nota: *La resistencia promedio a compresión de adobe patrón es de 24.21 kg/cm².*

Tabla 15: *Resultado del ensayo de esfuerzo a compresión del adobe con adición de 2% de piedra caliza triturada.*

Muestra patrón	Carga (kg)	Deformación(mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación unitaria
1	5892	5.10	31.11	0.055
2	6063	4.80	32.27	0.052
3	5023	4.40	26.78	0.047
4	4781	3.10	24.99	0.033
5	5553	4.60	29.70	0.050
6	4758	4.55	25.44	0.049
7	4993	3.51	26.57	0.038
8	5239	5.40	27.66	0.057

Nota: *La resistencia promedio a compresión de adobe con 2% de piedra caliza es 28.06 kg/cm².*

Tabla 16: *Resultados del ensayo de esfuerzo a compresión del adobe con adición de 3% de piedra caliza triturada.*

Muestra patrón	Carga (kg)	Deformación(mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación unitaria
1	7173	4.40	37.41	0.047
2	5495	4.80	27.85	0.051
3	5678	3.00	29.62	0.032
4	6297	2.30	32.77	0.025
5	5549	6.19	28.15	0.066
6	5822	2.73	29.65	0.029
7	5531	3.64	28.36	0.039
8	5099	5.50	26.20	0.058

Nota: La resistencia promedio a compresión de adobe con 3% de piedra caliza triturada es de 30kg/cm².

Tabla 17: Resultados del ensayo de compresión del adobe con adición de 4% de piedra caliza triturada.

Muestra patrón	Carga (kg)	Deformación(mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación unitaria
1	5462	3.52	27.79	0.038
2	5631	4.80	29.24	0.025
3	5931	4.40	31.17	0.047
4	7326	3.45	37.47	0.037
5	5716	4.73	30.07	0.051
6	5785	2.86	29.12	0.031
7	6697	4.20	34.71	0.045
8	5683	3.76	29.44	0.040

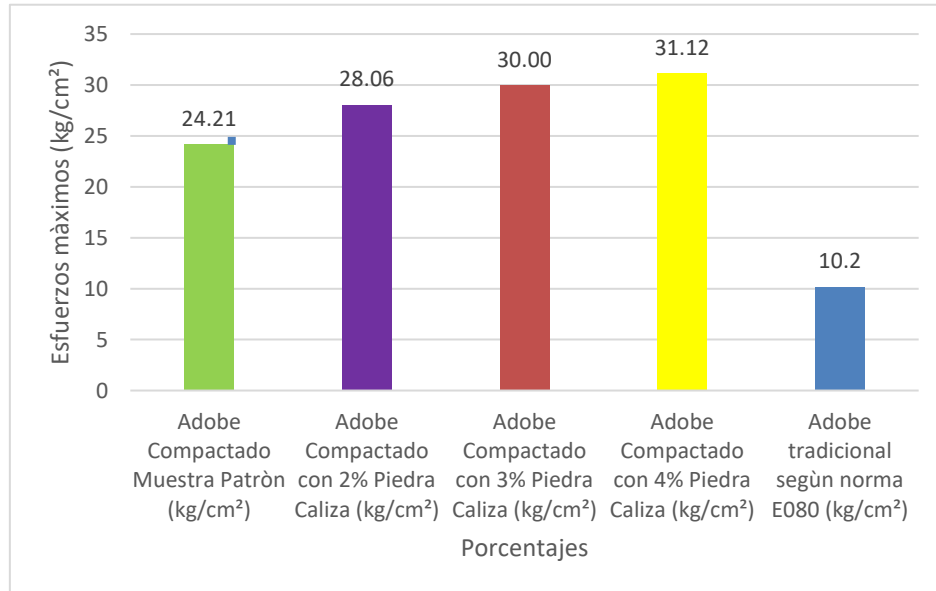
Nota: La resistencia promedio a compresión de adobe con 2% de piedra caliza es 31.12 kg/cm².

Tabla 18: Resumen general de ensayos a compresión.

Descripción	Esfuerzo (kg/cm ²)
Adobe compactado muestra patrón	24.21
Adobe compactado con 2% de piedra caliza triturada	28.06
Adobe compactado con 3% de piedra caliza triturada	30.00
Adobe compactado con 4% de piedra caliza triturada	31.12
Adobe tradicional según Norma E-080	10.2

Nota: El adobe con 4% de piedra caliza triturada tiene la mayor resistencia a compresión.

Figura 13: Resumen general de resultados a compresión.



CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En nuestras limitaciones encontramos que no pudimos realizar el estudio de las propiedades de la piedra caliza que se utilizó en la presente investigación, el traslado de materiales hasta la ciudad de Cajamarca.

Los adobes compactados con adición de piedra caliza triturada en porcentajes de 2%, 3% y 4% al adobe compactado tienen una resistencia a la compresión de 28.06 kg/cm², 30.00 kg/cm² y 31.12 kg/cm² respectivamente y el adobe sin adición llega a 24.11 kg/cm², superando el esfuerzo mínimo a compresión de 10.20 kg/cm² que presenta la norma E.080.

Al comparar los esfuerzos de compresión máximos obtenidos de la muestra patrón y de la muestra con adición de piedra triturada al 4%, son 24.21 kg/cm² y 31.12 kg/cm² respectivamente, siendo estos resultados mayores que los obtenidos en la tesis de “Resistencia a la compresión y flexión del adobe compactado con adición de cantería triturada” (Linares, 2020) que obtuvo 24.14 kg/cm² y 25.99 kg/cm², su resistencia del adobe patrón respecto al adobe con 10% de Cantería triturada es superior 1.85%, la variación de resistencia se debe a los porcentajes adicionados en los adobes.

El incremento del esfuerzo promedio máximo de compresión con adición de 4% de piedra caliza triturada, 31.12%) fue menor que el resultado obtenido por (Antinori, 2018) en su tesis “Resistencia a compresión y flexión del adobe compactado con reemplazo de cerámica triturada”, en dónde al agregar 5% de cerámica triturada se incrementó la resistencia a la compresión hasta en un 43.96%, esto se debe al tipo de adición.

Al adicionar más porcentaje de piedra caliza triturada las unidades de adobe, este aumenta la resistencia a la compresión, esto se observa en el 4% de adición, en dónde respecto al adobe con adición de 2% y 3% la resistencia a la compresión aumenta un 10.90% y 3.75% más respectivamente.

El adobe con 4% de adición de piedra caliza triturada obtuvo una resistencia a compresión de 31.12 kg/cm², logrando superar en un 53.10% al adobe adicionado con ceniza y arena con resistencia equivalente a 20.33% kg/cm² en la investigación de (Mendoza, 2018).

Debido a que existen normas peruanas u otros parámetros a considerar en la fabricación de adobes compactados, por lo que en este trabajo se basó en algunas indicaciones de la norma E-0.80 de adobe y en diversos estudios realizados por estudiantes de la Universidad Privada del Norte y en diferentes universidades nacionales como internacionales.

En nuestras implicancias proponemos difundir a que realicen nuevas investigaciones con piedra triturada caliza con otros porcentajes.

Fomentar investigaciones que usen algún tipo de piedra, adicionando dosificaciones de otros materiales como piedra azul, piedra arcillosa, piedra de cerro, etc.

Proponer que las investigaciones en adobe compactado o estabilizado, incorporando aditivos que ayuden a aumentar sus propiedades mecánicas como resistencia a la compresión como son: Cantería, cerámica triturada, fibras, etc.

Concluimos que la variación de la resistencia a la compresión al adicionar piedra caliza triturada en porcentajes de 2%, 3% y 4% al adobe compactado con respecto al adobe patrón es 15.94%, 23.94% y 28.59% respectivamente.

La adición de piedra caliza triturada en porcentajes de 2%, 3% y 4% al adobe compactado aumentan la resistencia a la compresión en 28.06 kg/cm², 30.00 kg/cm² y 31.12 kg/cm² respectivamente, y el adobe sin adición llega a 24.21 kg/cm², siendo estos valores mayores a los que especifica la norma E.080, el cual indica una resistencia mínima de 10.2 kg/cm².

Se calcularon las propiedades del suelo donde se obtuvo un contenido de humedad de 26.19%, límite líquido 56.84%, límite plástico 28.55%, índice de plasticidad de 28.29% y una granulometría donde el porcentaje que pasa la malla N° 4 es igual a 100.00% y 87.52% pasa la malla N° 200. Por tanto, decimos que es un suelo arcilloso de alta plasticidad (CH) apto para realizar adobes compactados.

Se realizó ensayos de proctor modificado con y sin adición de piedra caliza triturada en porcentajes de 2%, 3% y 4% donde se obtuvo una densidad seca máxima de 1.53 gr/cm³ y una humedad óptima de 24% para la muestra sin adición, una densidad seca de 1.57 gr/cm³ y una humedad óptima de 18.80% para 2% de piedra caliza triturada, una densidad seca de 1.595 gr/cm³ y una humedad óptima de 15.90% para 3% de piedra caliza triturada, una densidad seca de 1.602 gr/cm³ y una humedad óptima de 15.00% para 4% de piedra caliza triturada.

La hipótesis planteada cumple totalmente, ya que, los ensayos demostraron que el incremento de la resistencia a compresión axial al agregar piedra caliza triturada en

porcentajes de 2% es de 15.94% más, 3% es de 23.94% y 4% aumenta en un 28.59% con respecto a la muestra patrón.

Referencias

- Antinori, L. (2018). *“RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON REEMPLAZO DE CERÁMICA TRITURADA.(Tesis de título profesional, Universidad Privada del Norte). REPOSITORIO INSTITUCIONAL UPN. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/14068>*
- ASTM D 2487. (2003). *Sistema de Clasificación Unificada de Suelos. INTERNATIONAL. Obtenido de https://www.cesmec.cl/medios/DIC/normas/ASTM_D2487_11_.pdf*
- Bendezu, A., & García, G. (2019). *Evaluación de la Resistencia del Adobe Reforzado con Paja de Trigo Para Viviendas en el Distrito de Chalaco - Piura, 2019.(Tesis de título profesional, Universidad César Vallejo). Repositorio de la Universidad César Vallejo., Piura. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/46448>*
- Chahuara, D. (2022). *Influencia de la ceniza de estiércol de vaca para mejorar la resistencia a compresión del adobe – Pisacoma, Puno - 2022.(Tesis de título profesional, Universidad César Vallejo). Repositorio de la Universidad César Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/96192>*
- Crespo, C. (2004). *MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES. LIMUSA, S.A.*
- GEOTECNIA FÁCIL. (2023). Caliza roca: Descripción, propiedades y características. (COPYRIGHT, Ed.) *GEOTECNIA FÁCIL. Obtenido de <https://geotecniafacil.com/caliza-roca/>*
- INEI. (2018). CENSOS NACIONALES 2017: XII de población, VII de Vivienda y III de comunidades indígenas. *Características de las viviendas particulares y los hogares.(Acceso a servicios básicos). (pág. 602). Obtenido de*

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1538/Libro.pdf

Linares, J. (2020). *Resistencia a la compresión y flexión del adobe compactado con adición de cantería triturada. (Tesis de título profesional, Universidad Privada del Norte).*

REPOSITORIO INSTITUCIONAL UPN. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/23858>

Mejía, I. (2014). *Tesis “Adobe estabilizado y compactado en Cajamarca— 2014”.* Cajamarca.

Mendoza, K. (2018). *EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL ADOBE FABRICADO CON ADICIÓN DE CENIZA Y ARENA.(Tesis de título profesional, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas).* Repositorio Institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14077/1661>

NORMA E.080. (2017). *NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA.* DIARIO OFICIAL DEL BICENTENARIO. Obtenido de <https://procurement-notices.undp.org/>

NTP. (2005). *NTP 399.613.* Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales- INDECOPI.

SurveyMonkey. (1999). *¿Qué es la investigación experimental? 2-3.* Obtenido de <https://es.surveymonkey.com/mp/que-es-la-investigacion-experimental/>

Anexos

Ficha técnica de la piedra caliza.



Características de la Roca caliza	
Nombres populares	Piedra cal, piedra blanca.
Nombre científico	Roca caliza
Tipo de roca	Roca sedimentaria
Textura	Porosa y con fragmentos de fósiles.
Forma y color	Diferentes formas y de colores claros
Descripción botánica	La piedra caliza es muy común en la arquitectura, especialmente en Europa y América del Norte. La piedra caliza se extrae de canteras o minas. Parte de la piedra extraída, seleccionada según su composición química y granulometría óptica, se calcina a aproximadamente 1.000 ° C (1.830 ° F) en diferentes tipos de hornos de cal para producir cal viva. Los principales usuarios de la cal son la industria siderúrgica (reducción de la temperatura de fusión de la escoria) ~ 35%, usos ambientales (desulfuración, limpieza de agua) ~ 20%, ingeniería civil ~ 20% y química ~ 8%
Lugar de extracción	La piedra caliza podemos encontrar en diferentes partes de nuestra de región pueden ser encontradas y

	extraídas de los cerros.
--	--------------------------

(GEOTECNIA FACIL., 2023)

Panel fotográfico.



Figura 14: Lugar de donde se extrajo el material.

Fuente: Propia, 2023.



Figura 15: *Extracción de material.*

Fuente: Propia, 2023.



Figura 16: Cuarteo de material húmedo.

Fuente: Propia, 2023.

Figura 17: Identificación de taras para el ensayo de contenido de humedad.



Fuente: Propia, 2023.



Figura 18: *Pesado de taras con muestra húmeda.*

Fuente: Propia, 2023.



Figura 19: Colocación de muestras en el horno durante 24 horas.

Fuente: Propia, 2023.

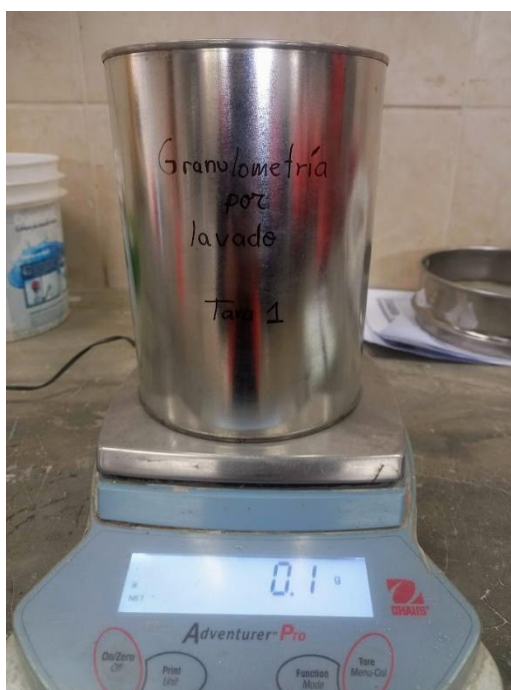


Figura 20: Se taro antes de colocar el material lavado.

Fuente: Propia, 2023.

Figura 21: Se tamizó por la malla N° 200 mediante chorro de agua.



Fuente: *Propia*, 2023.

Figura 22: *Secado de material en el horno por 24 horas.*



Fuente: *Propia*, 2023.

Figura 23: Verificación de tamices vacíos y N° de mallas.



Fuente: *Propia*, 2023.

Figura 24: *Se pasó el material lavado por el juego de tamices.*



Fuente: *Propia*, 2023.

Figura 25: *Pesado de material retenido en tamices.*



Fuente: *Propia, 2023.*

Figura 26: *Equipo y material para realizar el ensayo de límite líquido.*



Fuente: *Propia, 2023.*

Figura 27: Preparación de la pasta para el ensayo de límite líquido en la copa de



Casagrande.

Fuente: Propia, 2023.

Figura 28: Pesado de la muestra para colocar en el horno durante 24 horas.



Fuente: *Propia, 2023.*

Figura 29: *Enrollado de la muestra en 3 mm en la placa de vidrio para el ensayo de límite plástico.*



Fuente: *Propia, 2023.*

Figura 30: *Pesado de muestra de límite plástico.*



Fuente: *Propia, 2023.*



Figura 31: *Pesado de muestras secas de límite líquido y límite plástico.*

Fuente: *Propia, 2023*

Figura 32: *Lugar de donde se extrajo la piedra caliza.*



Fuente: *Propia*, 2023.

Figura 33: *Recolectando el material de piedra caliza.*



Fuente: *Propia*, 2023.



Figura 34: *Trituración de la piedra caliza en el molino para arcilla.*

Fuente: *Propia*, 2023.

Figura 35: *Recogimos la piedra caliza triturada en sacos.*



Fuente: *Propia, 2023.*

Figura 36: *Pesado de molde cilíndrico para proctor modificado tipo A.*



Fuente: *Propia, 2023.*



Figura 37: *Pesado de material seco para proctor modificado.*

Fuente: *Propia. 2023.*



Figura 38: *Humectando uniformemente el material con el porcentaje de agua correspondiente.*

Fuente: *Propia, 2023.*

Figura 39: *Adicionamiento de la piedra caliza triturada y tamizada por la malla N°4.*



Fuente: *Propia, 2023.*



Figura 40: *Cuarqueo de la muestra humedecida para el proctor modificado.*

Fuente: *Propia, 2023.*

Figura 41: *Compactación de capas con el pisón escogido.*



Fuente: *Propia, 2023.*

Figura 42: *Enrasado de molde cilíndrico.*



Fuente: *Propia, 2023.*

Figura 43: *Pesado del molde con el material compactado y enrasado.*



Fuente: *Propia*, 2023.

Figura 44: *Extracción de la muestra humedad y compactada para contenido de humedad.*



Fuente: *Propia*, 2023.



Figura 45: *Pesado de muestra obtenida después de la colocación al horno durante 24 horas.*

Fuente: *Propia, 2023.*

Figura 46: *Adicionamiento de la piedra caliza triturada en la mezcla de la elaboración de*



adobes.

Fuente: *Propia, 2023.*

Figura 47: *Mezclado de materiales uniformemente.*



Fuente: *Propia, 2023.*



Figura 48: *Material húmedo en reposo sin que pierda su humedad.*

Fuente: *Propia, 2023.*

Figura 49: *Utilización de la máquina de CINVA RAM para la compactación de los adobes a compresión.*



Fuente: *Propia, 2023.*

Figura 50: *Extracción de adobes para secado correspondiente.*



Fuente: *Propia, 2023.*

Figura 51: *Adobes compactados en todos sus porcentajes para su correcto secado.*



Fuente: *Propia, 2023.*

Figura 52: Protocolo 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				
TEMA:	“RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE PIEDRA TRITURADA CALIZA EN PORCENTAJES DE 2%, 3% y 4%; CAJAMARCA 2023”				
CANTERA:	Pariamarca	MUESTRA:	N-1	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla de alta plasticidad (CH)
UBICACIÓN:	“Carretera Pariamarca”			COLOR DE MATERIAL:	Rojizo
FECHA DE MUESTREO:	27/03/23		RESPONSABLE:	Geumer Alejandro Velásquez Honorio	
FECHA DE ENSAYO:	28/03/23		REVISADO POR:	Dr. Ing. Orlando Aguilar Atiaga	

Temperatura de Secado

60 °C / 110 °C / Ambiente


Método

Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara		T-1	T-2	T-3
B	Peso del Recipiente	gr	26.70	28.10	28.00
C	Recipiente+ Suelo Húmedo	gr	130.30	131.80	132.90
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	109.10	110.30	110.80
E	Peso del Agua (W _w) C - B	gr	21.20	21.50	22.10
F	Peso Suelo Seco (W _s) D - B	gr	82.40	82.20	82.80
W%	Porcentaje de humedad (E/F) * 100	%	25.73	26.16	26.69
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	26.19		

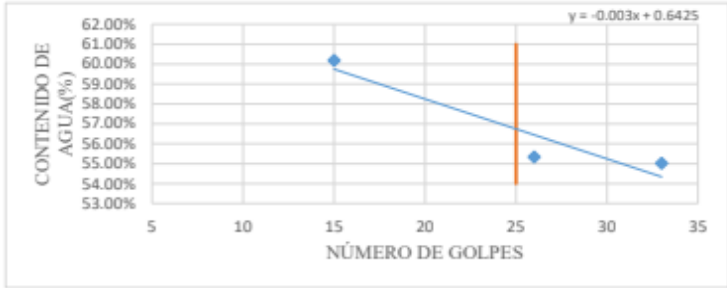
$$(W\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Geumer Alejandro Velásquez Honorio	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Dr. Ing. Orlando Aguilar Atiaga
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA								
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO							
	ENSAYO:	LÍMITES DE PLASTICIDAD						
	NORMA:	NTP E339.130 / MTC E111 / ASTM D4318						
TESIS:	“RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE PIEDRA TRITURADA CALIZA EN PORCENTAJES DE 2%, 3% Y 4%; CAJAMARCA 2023”							
CANTERA:	Pariamarca	MUESTRA:	N-3	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla de alta plasticidad (CH)			
UBICACIÓN:	“Carretera Pariamarca”			COLOR DE MATERIAL:	Rojizo			
FECHA DE MUESTREO:	27/03/23			RESPONSABLE:	Geumer Alejandro Velásquez Honorio			
FECHA DE ENSAYO:	28/03/23			REVISADO POR:	Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga			

DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	N°	T-1	T-2	T-3		
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	40.27	43.45	40.99		
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	35.6	38	35.95		
D	Peso de Recipiente	gr	27.84	28.15	26.79		
E	Peso del Agua (B - C)	gr	4.67	5.45	5.04		
F	Peso Suelo Seco (C - D)	gr	7.76	9.85	9.16		
G	Número de Golpes	N	15	26	33		
H	Contenido de Humedad (E/F) *100	%	60.18	55.33	55.02		

DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP)							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	N°	T-1	T-2			
B	Suelo Húmedo + Tara	gr	40.74	40.71			
C	Suelo Seco + Tara	gr	39.16	39.31			
D	Peso de Tara	gr	33.75	34.29			
E	Peso del Agua (B - C)	gr	1.58	1.40			
F	Peso Suelo Seco (C - D)	gr	5.41	5.02			
G	Contenido de Humedad (E/F) *100	%	29.21	27.89			
H	Promedio Límite Plástico			28.55			







OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Geumer Alejandro Velásquez Honorio	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 53: Protocolo de límites de plasticidad.

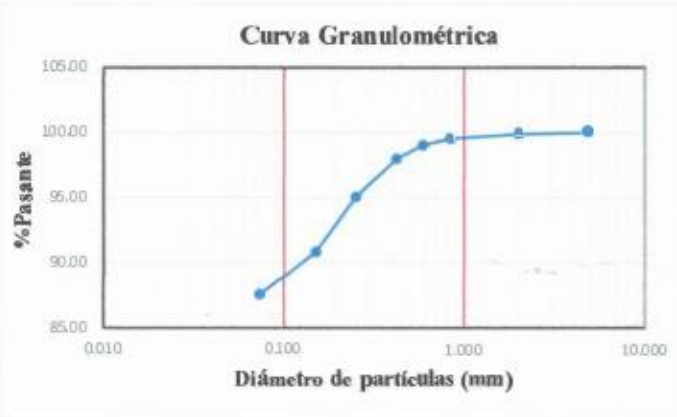
Figura 54: Protocolo de análisis granulométrico mediante tamizado por lavado.

LABORATORIO DE SUELOS- UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
	ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMETRÍA MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO			
	NORMA:	ASTM D421			
	TESIS:	“RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE PIEDRA TRITURADA CALIZA EN PORCENTAJES DE 2%, 3% Y 4%; CAJAMARCA 2023”			
CANTERA:	Paríamarca	MUESTRA:	N-2	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla de alta plasticidad (CH)
UBICACIÓN:	“Carretera Paríamarca”			COLOR DE MATERIAL:	Rojizo
FECHA DE MUESTREO:	27/03/23	RESPONSABLE:	Geumer Alejandro Velásquez Honorio		
FECHA DE ENSAYO:	28/03/23	REVISADO POR:	Dr. Ing. Orlando Aguilar Alíaga		

Peso de muestra seca; W_s	500.00	gr
--	--------	----

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO					
Tamiz	Abertura	Peso Retenido (gr)	% RP	% RA	% que pasa
Nº4	4,76	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº10	2	0.60	0.12	0.12	99.88
Nº20	0,84	1.60	0.32	0.44	99.56
Nº30	0,59	2.50	0.50	0.94	99.06
Nº40	0,42	5.20	1.04	1.98	98.02
Nº60	0,25	14.70	2.94	4.92	95.08
Nº100	0.15	21.20	4.24	9.16	90.84
Nº200	0,074	16.60	3.32	12.48	87.52
Pérdida	Lavado	437.60	87.52	100.00	0.00
Total		500.00	100		

Curva Granulométrica






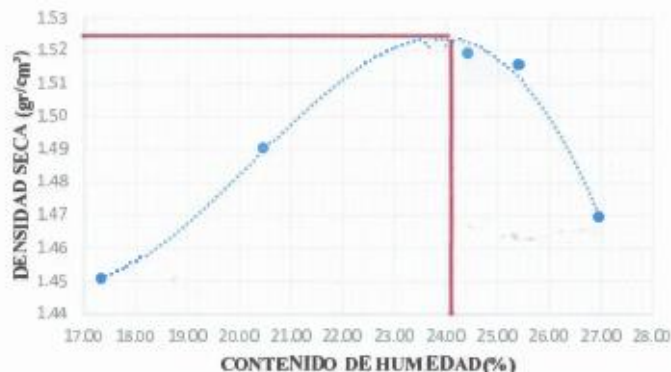
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Geumer Alejandro Velásquez Honorio	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Dr. Ing. Orlando Aguilar Alíaga
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 55: Protocolo de proctor modificado de la muestra patrón.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO				
NORMA:	MTCE115 / ASTM D1557 / NTP 339.141				
TESIS:	“RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE PIEDRA TRITURADA CALIZA EN PORCENTAJES DE 2%, 3% Y 4%; CAJAMARCA 2023”				
CANTERA:	Paríamarca	MUESTRA:	N-4	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla de alta plasticidad (CH)
UBICACIÓN:	“Carretera Paríamarca”			COLOR DE MATERIAL:	Rojizo
FECHA DE MUESTREO:	11/04/23			RESPONSABLE:	Geumer Alejandro Velásquez Honorio
FECHA DE ENSAYO:	12/04/23			REVISADO POR:	Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO														
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4		5			
A	Peso Molde	gr	3884	3884	3884	3884	3884	3884	3884	3884	3884	3884		
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	3504	3593	3683	3693	3683	3693	3683	3693	3683	3693		
C	Peso Muestra Húmeda (A-B)	gr	1620	1709	1799	1809	1799	1809	1799	1809	1799	1809		
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	951.95	951.95	951.95	951.95	951.95	951.95	951.95	951.95	951.95	951.95		
F	Densidad húmeda; (Dh=C/D)	gr/c m ³	1.70	1.80	1.89	1.90	1.89	1.90	1.89	1.90	1.89	1.87		
G	Recipiente	N°	a		b		a		b		a		b	
H	Peso Recipiente	gr	27.00	27.00	28.00	28.00	34.00	34.00	34.00	34.00	38.00	27.00	27.00	
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	132.00	132.00	136.0	144.0	142.0	145.0	149.0	160.0	142.0	143.0		
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	117.00	116.00	117.0	125.0	121.0	123.0	126.0	135.0	119.0	117.0		
K	Peso del Agua (I-H-L)	gr	15.00	16.00	19.00	19.00	21.00	22.00	23.00	25.00	23.00	26.00		
L	Peso Muestra seca (J-H)	gr	90.00	89.00	89.00	97.00	87.00	89.00	92.00	97.00	92.00	90.00		
M	Contenido de Humedad (W%= (K/L) * 100)	%	16.67	17.98	21.35	19.59	24.14	24.72	25.00	25.77	25.00	28.89		
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	17.32		20.47		24.43		25.39		26.94			
O	Densidad Seca Máxima D _s	gr/c m ³	1.45		1.49		1.52		1.52		1.47			

CURVA DE COMPACTACIÓN



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO	ASESOR
		
Geumer Alejandro Velásquez Honorio	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 56: Protocolo de proctor modificado de la muestra con adición del 2% de piedra caliza triturada.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA											
PROTOCOLO											
ENSAYO:		COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO									
NORMA:		MTCE115 / ASTM D1557 / NTP 339.141									
TESIS:		"RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE PIEDRA TRITURADA CALIZA EN PORCENTAJES DE 2%, 3% Y 4% CAJAMARCA 2023"									
CANTERA:	Paríamarca	MUESTRA:	N-4	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla de alta plasticidad (CH)						
UBICACIÓN:	"Carretera Paríamarca"			COLOR DE MATERIAL:	Rojizo						
FECHA DE MUESTREO:	11/04/23			RESPONSABLE:	Geumer Alejandro Velásquez Honorio						
FECHA DE ENSAYO:	18/04/23			REVISADO POR:	Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga						

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO												
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4		5	
A	Peso Molde	gr	3998		3998		3998		3998		3998	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5630		5746		5785		5773		5738	
C	Peso Muestra Húmeda (A-B)	gr	1632		1748		1787		1775		1740	
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	951.95		951.95		951.91		951.95		951.95	
F	Densidad húmeda; (D _h =C/D)	g/c m ³	1.71		1.84		1.88		1.86		1.83	
G	Recipiente	Nº	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	27.00	27.00	28	28	34	34	34	37	27	27
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	134.0	137.0	143.0	144.0	148.0	153.0	141.0	143.0	133.0	135.0
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	119.7	122.8	126.0	126.5	130.2	132.7	122.7	123.7	113.2	114.2
K	Peso del Agua (H-H)	gr	14.30	14.20	17.00	17.50	17.80	20.30	18.30	19.30	19.80	20.80
L	Peso Muestra seca (J-H)	gr	92.70	95.80	98.00	98.50	96.20	98.70	88.70	86.70	86.20	87.20
M	Contenido de Humedad (W% = (K/L) * 100)	%	15.43	14.82	17.35	17.77	18.50	20.57	20.63	22.26	22.97	23.85
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	15.12		17.56		19.54		21.45		23.41	
O	Densidad Seca Máxima; D _s	g/c m ³	1.49		1.56		1.57		1.54		1.48	

CURVA DE COMPACTACIÓN

El gráfico muestra una curva de compactación con los siguientes puntos clave:

- Eje Y: DENSIDAD SECA (gr/cm³)
- Eje X: CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
- Punto Óptimo: 17.56% de humedad, 1.56 gr/cm³ de densidad seca.

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Ing. Geumer Alejandro Velásquez Honorio	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 57: Protocolo de proctor modificado de la muestra con adición del 3% de piedra caliza triturada.






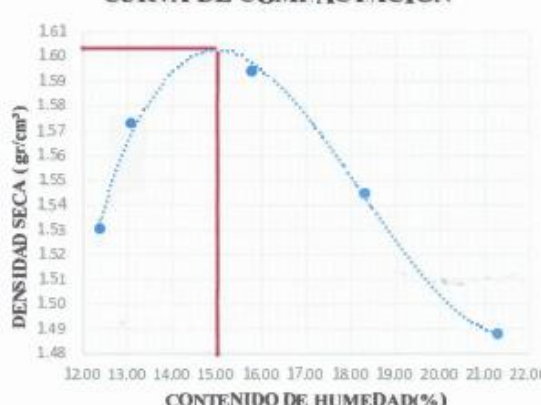
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PRÓTOCOLO										
	ENSAYO:		COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO							
	NORMA:		MTCEI15 / ASTM D1557 / NTP 339.141							
	TESIS:		"RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE PIEDRA TRITURADA CALIZA EN PORCENTAJES DE 2%, 3% Y 4%; CAJAMARCA 2023"							
CANTERA:	Paríamarca	MUESTRA:	N-4	TIPO DE MATERIAL:			Arcilla de alta plasticidad (CH)			
UBICACIÓN:	"Carretera Paríamarca"			COLOR DE MATERIAL:			Rojo			
FECHA DE MUESTREO:	15/04/23			RESPONSABLE:			Geumer Alejandro Velásquez Honorio			
FECHA DE ENSAYO:	23/04/23			REVISADO POR:			Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga			
COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5			
A	Peso Molde	gr	3884	3884	3884	3884	3884			
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5515	5547	5646	5629	5610			
C	Peso Muestra Húmeda (A-B)	gr	1631	1663	1762	1745	1726			
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	951.95	951.95	951.95	951.95	951.95			
F	Densidad húmeda; (Dh=C/D)	g/c m ³	1.71	1.75	1.85	1.83	1.81			
G	Recipiente	Nº	a		b		a		b	
H	Peso Recipiente	gr	27.1	26.8	27.9	28.2	34	34	34	27
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	140.4	141.0	148.4	146.4	155.9	154.2	141.0	143.2
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	126.3	127.7	132.4	133.5	137.7	137.2	125.1	127.6
K	Peso del Agua (H-H)	gr	14.10	13.30	16.00	12.9	18.20	17.00	15.90	15.83
L	Peso Muestra seca (J-H)	gr	99.20	100.9	104.5	105.3	103.7	103.2	91.10	89.6
M	Contenido de Humedad (W%=(K/L) * 100)	%	14.21	13.10	15.31	12.25	17.55	16.47	17.45	19.64
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	13.70		13.78		17.01		18.55	
CURVA DE COMPACTACIÓN										
										
OBSERVACIONES:										
RESPONSABLE DEL ENSAYO			COORDINADOR DEL LABORATORIO			ASESOR				
										
Geumer Alejandro Velásquez Honorio			NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez			NOMBRE: Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga				
FECHA			FECHA			FECHA				

Figura 58: Protocolo de proctor modificado de la muestra con adición del 4% de piedra caliza triturada.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO									
NORMA:	MTCET15 / ASTM D1557 / NTP 339.141									
TEMA:	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE PIEDRA TRITURADA CALIZA EN PORCENTAJES DE 2%, 3% Y 4%; CAJAMARCA 2023"									
CANTERA:	Paríamarca	MUESTRA:	N-4	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla de alta plasticidad (CH)					
UBICACIÓN:	"Carretera Paríamarca"			COLOR DE MATERIAL:	Rojizo					
FECHA DE MUESTREO:	15/04/23			RESPONSABLE:	Geumer Alejandro Velásquez Honorio					
FECHA DE ENSAYO:	02/05/23			REVISADO POR:	Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga					

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO												
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4		5	
A	Peso Molde	gr	3883	3883	3883	3883	3883	3883	3883	3883	3883	3883
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5520	5577	5640	5623	5601	5601	5601	5601	5601	5601
C	Peso Muestra Húmeda (A-B)	gr	1637	1694	1757	1740	1718	1718	1718	1718	1718	1718
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	951.95	951.95	951.95	951.95	951.95	951.95	951.95	951.95	951.95	951.95
F	Densidad húmeda; (Dh=C/D)	gr/cm ³	1.72	1.78	1.85	1.83	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
G	Recipiente	N°	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	27	27	27.87	28.19	34	34	34	38	27	27
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	130.18	128.48	117.16	120.61	140.32	138.52	121.32	124.96	131.91	131.20
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	118.40	117.7	106.90	109.80	125.90	124.20	108.10	111.20	113.50	113.10
K	Peso del Agua (I-H-L)	gr	11.78	10.78	10.26	10.81	14.42	14.32	13.22	13.76	18.61	18.10
L	Peso Muestra seca (J-H)	gr	91.40	90.70	79.03	81.61	91.9	90.2	74.10	73.20	86.3	86.10
M	Contenido de Humedad (W% = (K/L) * 100)	%	12.89	11.89	12.98	13.25	15.69	15.88	17.84	18.80	21.56	21.02
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	12.39		13.11		15.78		18.32		21.29	

CURVA DE COMPACTACIÓN



DENSIDAD SECA (gr/cm³)

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)




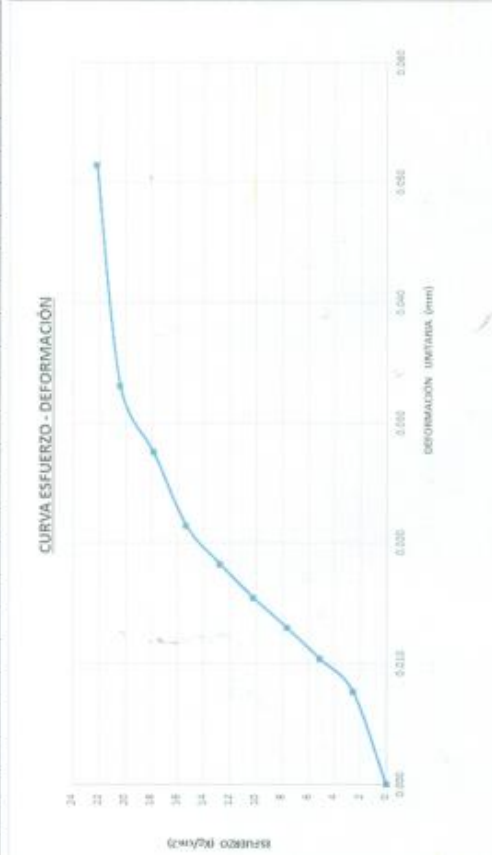
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Geumer Alejandro Velásquez Honorio	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Floyos Martínez	NOMBRE: Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 59: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe patrón CA-1.

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA DE LA COMPRESIÓN DE ADOBES			
NORMA	ASTM C – 67			
TESIS	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE PIEDRA TRITURADA CALIZA EN PORCENTAJES DE 2%, 3% Y 4%, CAJAMARCA 2023"			
ID. ADOBE (espécimen):	CA-1	ANCHO CARA PROM. (cm):	13.85 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/07/2023	LARGO CARA PROM. (cm):	14.14 cm	
FECHA DE ENSAYO:	05/08/2023	ÁREA CARA PROM. (cm ²):	195.839 cm ²	
EDAD DEL ADOBE:	28 días	RESPONSABLE:	Geumer Alejandro Velásquez Honorio.	
N° DE ESPECÍMENES:	8	REVISADO POR:	Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga.	

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00	0.00	0.000000
2	500	0.71	2.55	0.007676
3	1000	0.96	5.11	0.010378
4	1500	1.20	7.66	0.012973
5	2000	1.43	10.21	0.015459
6	2500	1.69	12.77	0.018270
7	3000	1.98	15.32	0.021405
8	3500	2.55	17.87	0.027568
9	4000	3.06	20.42	0.033081
10	4347	4.76	22.20	0.051459
11	5000			
12	5500			
13	6000			
14	6008			
15	7000			
16	7500			
17	8000			
18	8500			
19	9000			
20	9500			
21	10000			
22	10500			
23	11000			
24	11500			
25	12000			



CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

OBSERVACIONES:




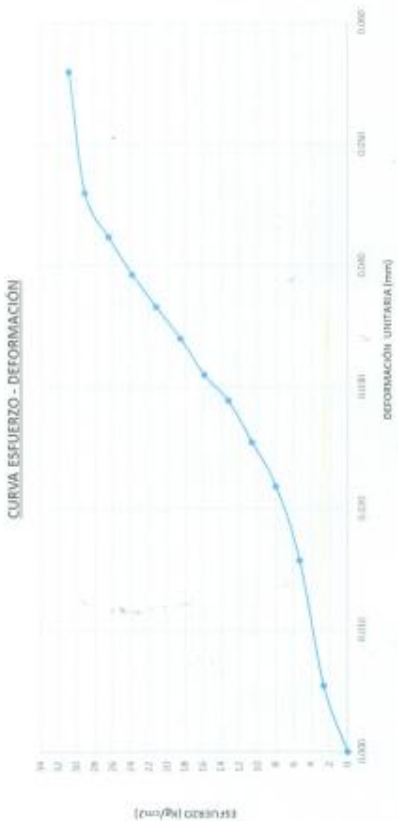
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Geumer Alejandro Velásquez Honorio	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 60: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe patrón CA-2.

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA DE LA COMPRESIÓN DE ADOBES		
NORMA	ASTM C – 67		
TESIS	“RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE PIEDRA TRITURADA CALIZA EN PORCENTAJES DE 2%, 3% Y 4%, CAJAMARCA 2023”		
ID. ADOBE (espécimen):	CA-2	ANCHO CARA PROM. (cm):	13.13 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/07/2023	LARGO CARA PROM. (cm):	14.40 cm
FECHA DE ENSAYO:	05/08/2023	ÁREA CARA PROM. (cm ²):	189.072 cm ²
EDAD DEL ADOBE:	28 días	RESPONSABLE:	Geumer Alejandra Velásquez Honorio.
N° DE ESPECIMENES:	8	REVISADO POR:	Dr. Ing. Orlando Aguilar Allaga.

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00	0.00	0.000000
2	500	0.51	2.64	0.005455
3	1000	1.47	5.29	0.015722
4	1500	2.04	7.93	0.021818
5	2000	2.38	10.58	0.025455
6	2500	2.70	13.22	0.028877
7	3000	2.90	15.87	0.031016
8	3500	3.18	18.51	0.034011
9	4000	3.42	21.16	0.036578
10	4500	3.67	23.80	0.039251
11	5000	3.96	26.44	0.042353
12	5500	4.30	29.09	0.045989
13	5827	5.23	30.82	0.055936
14	6000			
15	7000			
16	7500			
17	8000			
18	8500			
19	9000			
20	9500			
21	10000			
22	10500			
23	11000			
24	11500			
25	12000			

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN



OBSERVACIONES:



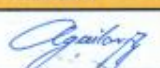
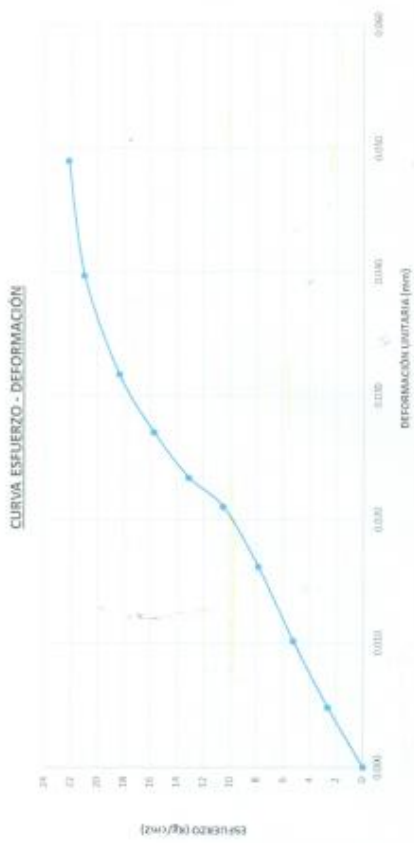
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Geumer Alejandra Velásquez Honorio	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Dr. Ing. Orlando Aguilar Allaga
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 61: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe patrón CA-3.

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA DE LA COMPRESIÓN DE ADOBES			
NORMA	ASTM C – 67			
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE PIEDRA TRITURADA CALIZA EN PORCENTAJES DE 2%, 3% Y 4%, CAJAMARCA 2023*			
ID. ADOBE (espécimen):	CA-3	ANCHO CARA PROM. (cm):	13.25 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/07/2023	LARGO CARA PROM. (cm):	14.40 cm	
FECHA DE ENSAYO:	05/08/2023	ÁREA CARA PROM. (cm ²):	190.800 cm ²	
EDAD DEL ADOBE:	28 días	RESPONSABLE:	Geumer Alejandro Velásquez Honorio.	
Nº DE ESPECÍMENES:	8	REVISADO POR:	Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga.	

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ
1	0	0.00	0.00	0.000000
2	500	0.45	2.62	0.004823
3	1000	0.95	5.24	0.010182
4	1500	1.51	7.86	0.016184
5	2000	1.96	10.48	0.021008
6	2500	2.18	13.10	0.023365
7	3000	2.52	15.72	0.027010
8	3500	2.96	18.34	0.031726
9	4000	3.70	20.96	0.039657
10	4228	4.57	22.16	0.048982
11	5000			
12	5500			
13	6000			
14	6355			
15	7000			
16	7500			
17	8000			
18	8500			
19	9000			
20	9500			
21	10000			
22	10500			
23	11000			
24	11500			
25	12000			



CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

OBSERVACIONES:




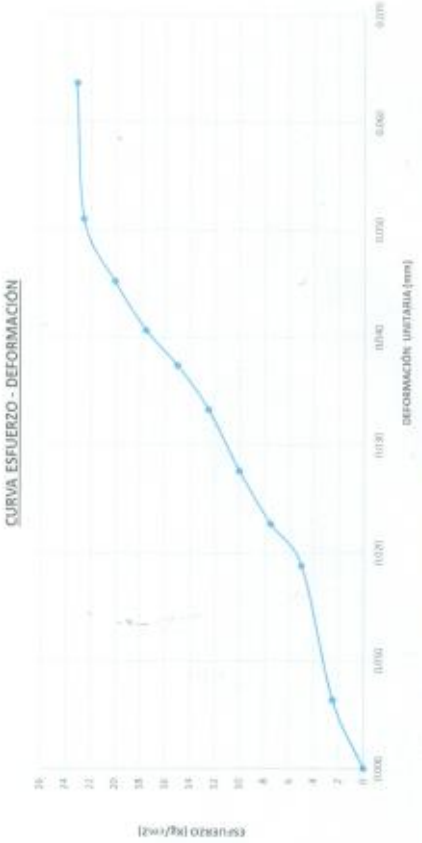
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Geumer Alejandro Velásquez Honorio	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 62: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe patrón CA-4.

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA DE LA COMPRESIÓN DE ADOBES			
NORMA	ASTM C – 67			
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE PIEDRA TRITURADA CALIZA EN PORCENTAJES DE 2%, 3% Y 4%, CAJAMARCA 2023*			
ID. ADOBE (espécimen):	CA-4	ANCHO CARA PROM. (cm):	13.85 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/07/2023	LARGO CARA PROM. (cm):	14.42 cm	
FECHA DE ENSAYO:	05/08/2023	ÁREA CARA PROM. (cm ²):	199.717 cm ²	
EDAD DEL ADOBE:	28 días	RESPONSABLE:	Geumer Alejandro Velásquez Honorio.	
N° DE ESPECÍMENES:	8	REVISADO POR:	Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga.	

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ
1	0	0.00	0.00	0.000000
2	500	0.59	2.50	0.006378
3	1000	1.74	5.01	0.018811
4	1500	2.10	7.51	0.022703
5	2000	2.55	10.01	0.027568
6	2500	3.08	12.52	0.033297
7	3000	3.46	15.02	0.037405
8	3500	3.76	17.52	0.040649
9	4000	4.18	20.03	0.045189
10	4500	4.72	22.53	0.051027
11	4615	5.89	23.11	0.063676
12	5000			
13	6000			
14	6288			
15	7000			
16	7500			
17	8000			
18	8500			
19	9000			
20	9500			
21	10000			
22	10500			
23	11000			
24	11500			
25	12000			



CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN




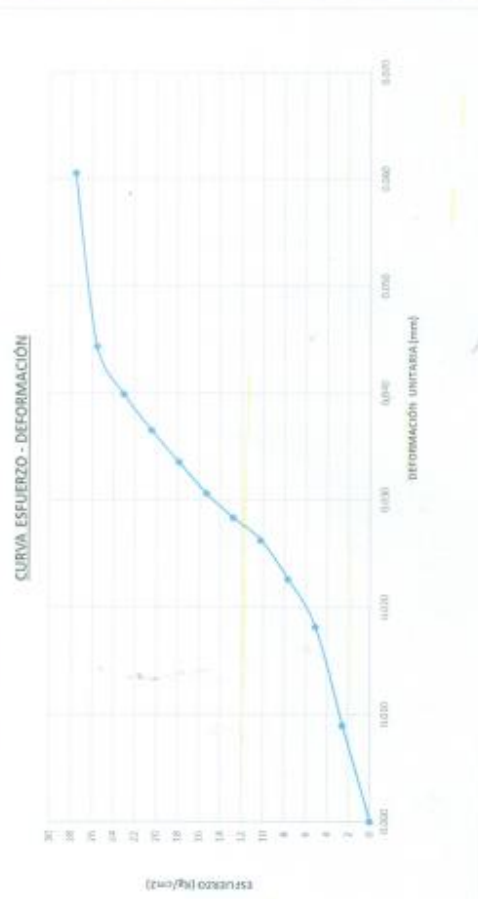
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Geumer Alejandro Velásquez Honorio	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 63: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe patrón CA-5.

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA DE LA COMPRESION DE ADOBES		
NORMA	ASTM C – 67		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE PIEDRA TRITURADA CALIZA EN PORCENTAJES DE 2%, 3% Y 4%, CAJAMARCA 2023”		
ID. ADOBE (espécimen):	CA-5	ANCHO CARA PROM. (cm):	13.80 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/07/2023	LARGO CARA PROM. (cm):	14.16 cm
FECHA DE ENSAYO:	05/08/2023	ÁREA CARA PROM. (cm ²):	195.408 cm ²
EDAD DEL ADOBE:	28 días	RESPONSABLE:	Geumer Alejandro Velásquez Honorio.
N° DE ESPÉCIMENES:	8	REVISADO POR:	Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga.

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ
1	0	0.00	0.00	0.000000
2	500	0.86	2.56	0.008949
3	1000	1.74	5.12	0.018106
4	1500	2.17	7.68	0.022581
5	2000	2.52	10.23	0.026223
6	2500	2.72	12.79	0.028304
7	3000	2.94	15.35	0.030593
8	3500	3.22	17.91	0.033507
9	4000	3.51	20.47	0.036524
10	4500	3.83	23.03	0.039854
11	5000	4.26	25.59	0.044329
12	5390	5.82	27.58	0.060562
13	6000			
14	6190			
15	7000			
16	7500			
17	8000			
18	8500			
19	9000			
20	9500			
21	10000			
22	10500			
23	11000			
24	11500			
25	12000			



CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN




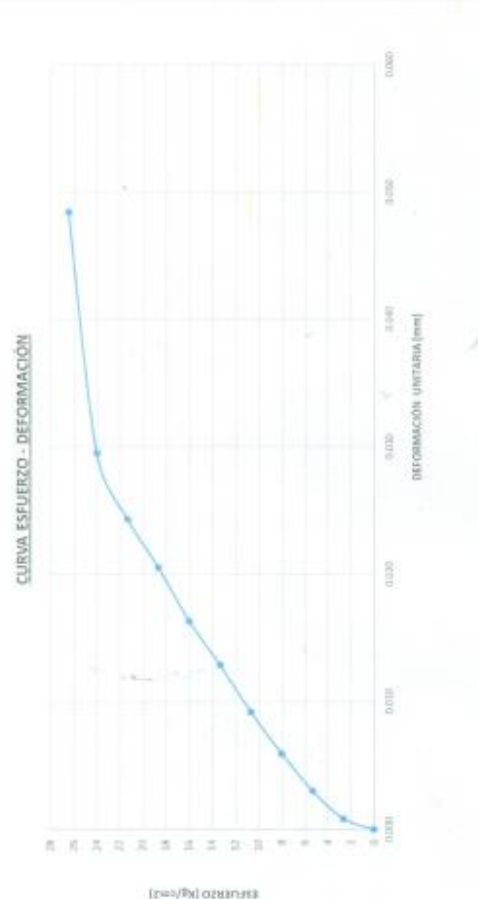
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Geumer Alejandro Velásquez Honorio	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 64: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe patrón CA-6.

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA DE LA COMPRESIÓN DE ADOBES		
NORMA	ASTM C – 67		
TESIS	“RESISTENCIA A COMPRESION DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE PIEDRA TRITURADA CALIZA EN PORCENTAJES DE 2%, 3% Y 4%, CAJAMARCA 2023”		
ID. ADOBE (especimen):	CA-6	ANCHO CARA PROM. (cm):	13.10 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/07/2023	LARGO CARA PROM. (cm):	14.30 cm
FECHA DE ENSAYO:	05/08/2023	ÁREA CARA PROM. (cm ²):	187.330 cm ²
EDAD DEL ADOBE:	28 días	RESPONSABLE:	Geumer Alejandro Velásquez Honorio.
N° DE ESPECÍMENES:	8	REVISADO POR:	Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga.

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ
1	0	0.00	0.00	0.000000
2	500	0.08	2.67	0.000865
3	1000	0.28	5.34	0.003027
4	1500	0.55	8.01	0.005946
5	2000	0.85	10.68	0.009189
6	2500	1.19	13.35	0.012865
7	3000	1.51	16.01	0.016324
8	3500	1.90	18.68	0.020541
9	4000	2.25	21.35	0.024324
10	4500	2.73	24.02	0.029514
11	4952	4.48	26.43	0.048432
12	5500			
13	6000			
14	6256			
15	7000			
16	7500			
17	8000			
18	8500			
19	9000			
20	9500			
21	10000			
22	10500			
23	11000			
24	11500			
25	12000			

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN






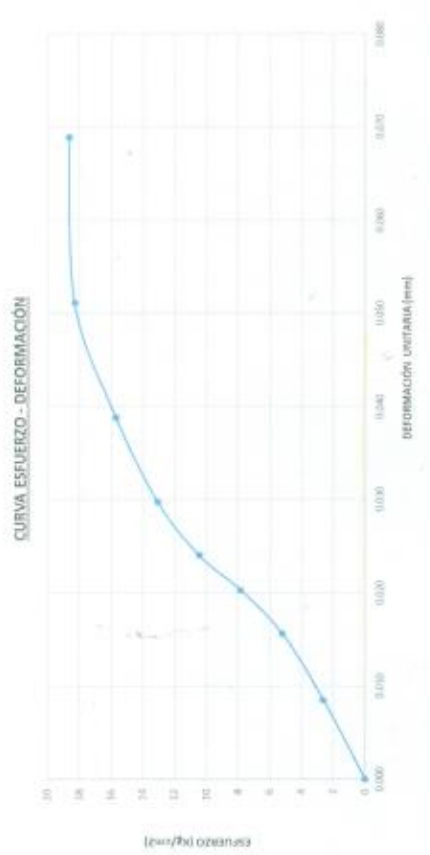
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Geumer Alejandro Velásquez Honorio	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 65: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe patrón CA-7.

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA DE LA COMPRESIÓN DE ADOBES		
NORMA	ASTM C – 67		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE PIEDRA TRITURADA CALIZA EN PORCENTAJES DE 2%, 3% Y 4%, CAJAMARCA 2023 ¹		
ID. ADOBE (espécimen):	CA-7	ANCHO CARA PROM. (cm):	13.30 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/07/2023	LARGO CARA PROM. (cm):	14.38 cm
FECHA DE ENSAYO:	05/08/2023	ÁREA CARA PROM. (cm ²):	191.254 cm ²
EDAD DEL ADOBE:	28 días	RESPONSABLE:	Geumer Alejandro Velásquez Honorio.
N° DE ESPECÍMENES:	8	REVISADO POR:	Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga.

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00	0.00	0.000000
2	500	0.80	2.61	0.008502
3	1000	1.47	5.23	0.015622
4	1500	1.91	7.84	0.020298
5	2000	2.26	10.46	0.024017
6	2500	2.80	13.07	0.029756
7	3000	3.65	15.69	0.038789
8	3500	4.81	18.30	0.051116
9	3565	6.48	18.64	0.068863
10	4500			
11	5000			
12	5500			
13	6000			
14	6500			
15	6535			
16	7500			
17	8000			
18	8500			
19	9000			
20	9500			
21	10000			
22	10500			
23	11000			
24	11500			
25	12000			



CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

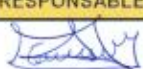
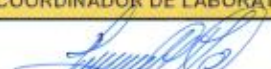
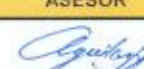
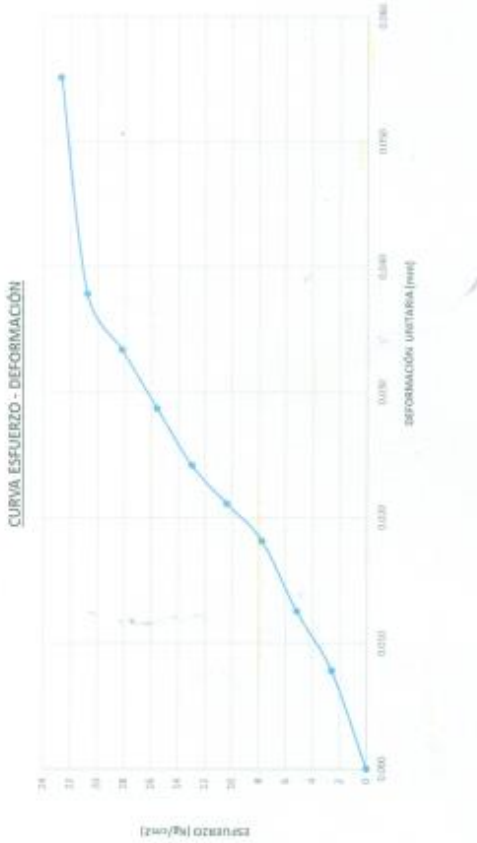
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Geumer Alejandro Velásquez Honorio	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 66: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe patrón CA-8.

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA DE LA COMPRESIÓN DE ADOBES		
NORMA	ASTM C – 67		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE PIEDRA TRITURADA CALIZA EN PORCENTAJES DE 2%, 3% Y 4%, CAJAMARCA 2023”		
ID. ADOBE (espécimen):	CA-8	ANCHO CARA PROM. (cm):	13.60 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/07/2023	LARGO CARA PROM. (cm):	14.15 cm
FECHA DE ENSAYO:	05/08/2023	ÁREA CARA PROM. (cm ²):	192.440 cm ²
EDAD DEL ADOBE:	28 días	RESPONSABLE:	Goumer Alejandro Velásquez Honorio.
N° DE ESPECIMENES:	8	REVISADO POR:	Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga.

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00	0.00	0.000000
2	500	0.72	2.60	0.007826
3	1000	1.15	5.20	0.012500
4	1500	1.67	7.79	0.018152
5	2000	1.94	10.39	0.021087
6	2500	2.22	12.99	0.024130
7	3000	2.64	15.59	0.028696
8	3500	3.07	18.19	0.033370
9	4000	3.48	20.79	0.037826
10	4369	5.07	22.70	0.055109
11	5000			
12	5500			
13	6000			
14	6008			
15	7000			
16	7500			
17	8000			
18	8500			
19	9000			
20	9500			
21	10000			
22	10500			
23	11000			
24	11500			
25	12000			

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN



OBSERVACIONES:




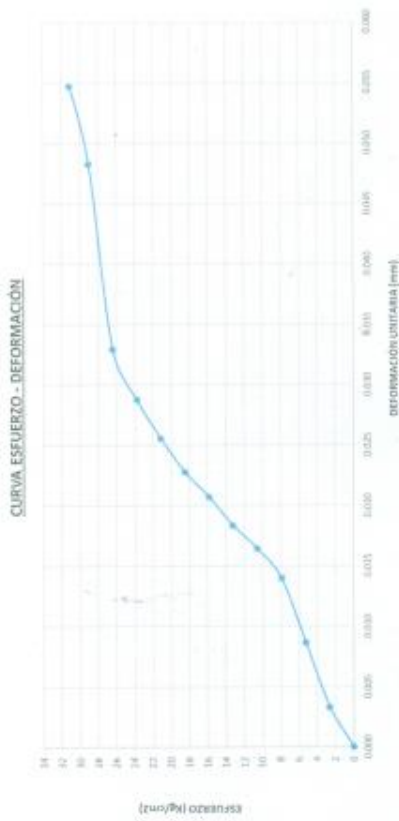
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Geumer Alejandro Velásquez Honorio.	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martinez.	NOMBRE: Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 67: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 2% de piedra triturada caliza CB-1.

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA DE LA COMPRESIÓN DE ADOBES			
NORMA	ASTM C – 67			
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE PIEDRA TRITURADA CALIZA EN PORCENTAJES DE 2%, 3% Y 4%, CAJAMARCA 2023*			
ID. ADOBE (especimen):	CB-1	ANCHO CARA PROM. (cm):	13.50 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/07/2023	LARGO CARA PROM. (cm):	14.03cm	
FECHA DE ENSAYO:	05/08/2023	ÁREA CARA PROM. (cm ²):	189.405 cm ²	
EDAD DEL ADOBE:	28 días	RESPONSABLE:	Geumer Alejandro Velásquez Honorio.	
N° DE ESPECÍMENES:	8	REVISADO POR:	Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga.	

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ
1	0	0.00	0.00	0.000000
2	500	0.31	2.64	0.003326
3	1000	0.81	5.28	0.008691
4	1500	1.30	7.92	0.013948
5	2000	1.53	10.56	0.016416
6	2500	1.71	13.20	0.018348
7	3000	1.93	15.84	0.020708
8	3500	2.12	18.48	0.022747
9	4000	2.38	21.12	0.025536
10	4500	2.68	23.76	0.028755
11	5000	3.07	26.40	0.032940
12	5500	4.50	29.04	0.048283
13	5892	5.10	31.11	0.054721
14	6000			
15	7000			
16	7500			
17	8000			
18	8500			
19	9000			
20	9500			
21	10000			
22	10500			
23	11000			
24	11500			
25	12000			



CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

OBSERVACIONES:




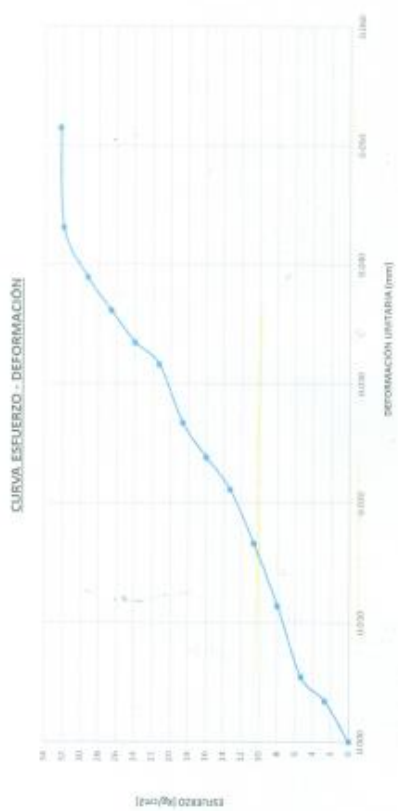
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Geumer Alejandro Velásquez Honorio.	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez.	NOMBRE: Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 68: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 2% de piedra triturada caliza CB-2.

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA DE LA COMPRESIÓN DE ADOBES			
NORMA	ASTM C – 67			
TESIS	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE PIEDRA TRITURADA CALIZA EN PORCENTAJES DE 2%, 3% Y 4%, CAJAMARCA 2023"			
ID. ADOBE (especimen):	CB-2	ANCHO CARA PROM. (cm):	13.40 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/07/2023	LARGO CARA PROM. (cm):	14.02 cm	
FECHA DE ENSAYO:	05/08/2023	ÁREA CARA PROM. (cm ²):	187.868 cm ²	
EDAD DEL ADOBE:	28 días	RESPONSABLE:	Geumer Alejandro Velásquez Honorio.	
N° DE ESPÉCIMENES:	8	REVISADO POR:	Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga.	

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00	0.00	0.000000
2	500	0.32	2.66	0.003433
3	1000	0.51	5.32	0.005472
4	1500	1.06	7.98	0.011373
5	2000	1.55	10.65	0.016631
6	2500	1.97	13.31	0.021137
7	3000	2.22	15.97	0.023820
8	3500	2.49	18.63	0.026717
9	4000	2.95	21.29	0.031652
10	4500	3.12	23.95	0.033476
11	5000	3.37	26.61	0.036159
12	5500	3.63	29.28	0.038948
13	6000	4.02	31.94	0.043133
14	6063	4.80	32.27	0.051502
15	7000			
16	7500			
17	8000			
18	8500			
19	9000			
20	9500			
21	10000			
22	10500			
23	11000			
24	11500			
25	12000			

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN



The graph shows a stress-strain curve for the adobe specimen. The x-axis represents strain (ε_u) in mm/mm, ranging from 0 to 0.1200. The y-axis represents stress (σ) in kg/cm², ranging from 0 to 12000. The curve starts at the origin (0,0) and rises to a peak stress of 32.27 kg/cm² at a strain of 0.051502. After the peak, the stress decreases as strain increases, showing a ductile failure mode.




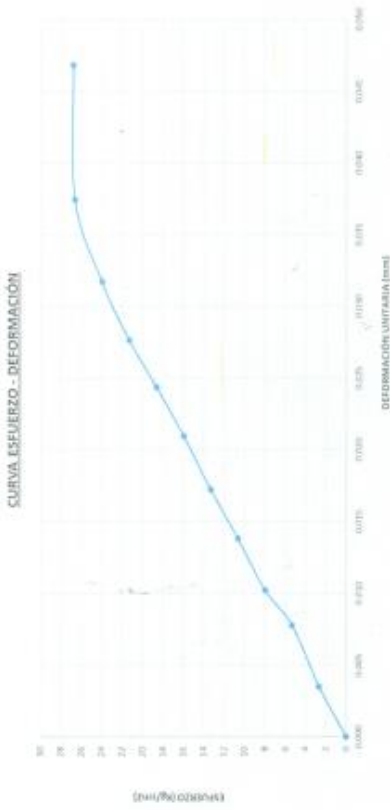
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Geumer Alejandro Velásquez Honorio	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 69: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 2% de piedra triturada caliza CB-3.

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA DE LA COMPRESION DE ADOBES			
NORMA	ASTM C – 67			
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESION DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICION DE PIEDRA TRITURADA CALIZA EN PORCENTAJES DE 2%, 3% Y 4%, CAJAMARCA 2023 ¹			
ID. ADOBE (especimen):	CB-3	ANCHO CARA PROM. (cm):	13.40 cm	
FECHA DE ELABORACION:	07/07/2023	LARGO CARA PROM. (cm):	14.00 cm	
FECHA DE ENSAYO:	05/08/2023	ÁREA CARA PROM. (cm ²):	187.600 cm ²	
EDAD DEL ADOBE:	28 días	RESPONSABLE:	Geumer Alejandro Velásquez Honorio	
N° DE ESPECIMENES:	8	REVISADO POR:	Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga	

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00	0.00	0.000000
2	500	0.33	2.67	0.003511
3	1000	0.73	5.33	0.007766
4	1500	0.96	8.00	0.010213
5	2000	1.30	10.66	0.013830
6	2500	1.62	13.33	0.017234
7	3000	1.97	15.99	0.020957
8	3500	2.29	18.66	0.024362
9	4000	2.60	21.32	0.027660
10	4500	2.98	23.99	0.031702
11	5000	3.52	26.65	0.037447
12	5023	4.40	26.78	0.046809
13	6000			
14	6500			
15	7000			
16	7100			
17	8000			
18	8500			
19	9000			
20	9500			
21	10000			
22	10500			
23	11000			
24	11500			
25	12000			

CURVA ESFUERZO-DEFORMACION






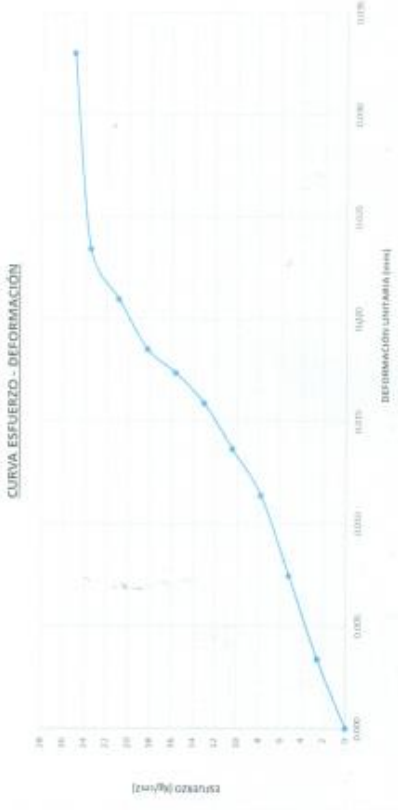
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Geumer Alejandro Velásquez Honorio	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 70: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 2% de piedra triturada caliza CB-4.

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA DE LA COMPRESIÓN DE ADOBES			
NORMA	ASTM C – 67			
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE PIEDRA TRITURADA CALIZA EN PORCENTAJES DE 2%, 3% Y 4%, CAJAMARCA 2023*			
ID. ADOBE (espécimen):	CB-4	ANCHO CARA PROM. (cm):	13.57 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/07/2023	LARGO CARA PROM. (cm):	14.10 cm	
FECHA DE ENSAYO:	05/08/2023	ÁREA CARA PROM. (cm ²):	191.337 cm ²	
EDAD DEL ADOBE:	28 días	RESPONSABLE:	Geumer Alejandro Velásquez Honorio	
N° DE ESPÉCIMENES:	8	REVISADO POR:	Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga	

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ
1	0	0.00	0.00	0.000000
2	500	0.32	2.61	0.003404
3	1000	0.70	5.23	0.007447
4	1500	1.07	7.84	0.011383
5	2000	1.28	10.45	0.013617
6	2500	1.49	13.07	0.015851
7	3000	1.63	15.68	0.017340
8	3500	1.74	18.29	0.018511
9	4000	1.97	20.91	0.020957
10	4500	2.20	23.52	0.023404
11	4781	3.10	24.99	0.032979
12	5500			
13	6000			
14	6500			
15	7000			
16	7003			
17	8000			
18	8500			
19	9000			
20	9500			
21	10000			
22	10500			
23	11000			
24	11500			
25	12000			



CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN




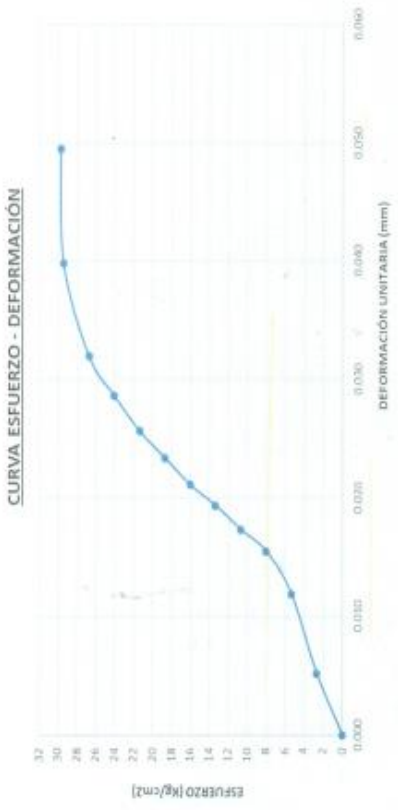
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Geumer Alejandro Velásquez Honorio	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 71: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 2% de piedra triturada caliza CB-5.

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA DE LA COMPRESIÓN DE ADOBES		
NORMA	ASTM C – 67		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE PIEDRA TRITURADA CALIZA EN PORCENTAJES DE 2%, 3% Y 4%, CAJAMARCA 2023”		
ID. ADOBE (espécimen):	CB-5	ANCHO CARA PROM. (cm):	13.45 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/07/2023	LARGO CARA PROM. (cm):	13.90 cm
FECHA DE ENSAYO:	05/08/2023	ÁREA CARA PROM. (cm ²):	186.955 cm ²
EDAD DEL ADOBE:	28 días	RESPONSABLE:	Geumer Alejandro Velásquez Honorio.
N° DE ESPÉCIMENES:	8	REVISADO POR:	Dr. Ing. Orlando Aguilar Allaga.

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ
1	0	0.00	0.00	0.000000
2	500	0.48	2.67	0.005161
3	1000	1.10	5.35	0.011828
4	1500	1.44	8.02	0.015484
5	2000	1.61	10.70	0.017312
6	2500	1.80	13.37	0.019355
7	3000	1.96	16.05	0.021075
8	3500	2.17	18.72	0.023333
9	4000	2.38	21.40	0.025591
10	4500	2.66	24.07	0.028602
11	5000	2.97	26.74	0.031935
12	5500	3.70	29.42	0.039785
13	5553	4.60	29.70	0.049462
14	6500			
15	7000			
16	7225			
17	8000			
18	8500			
19	9000			
20	9500			
21	10000			
22	10500			
23	11000			
24	11500			
25	12000			

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN



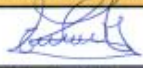


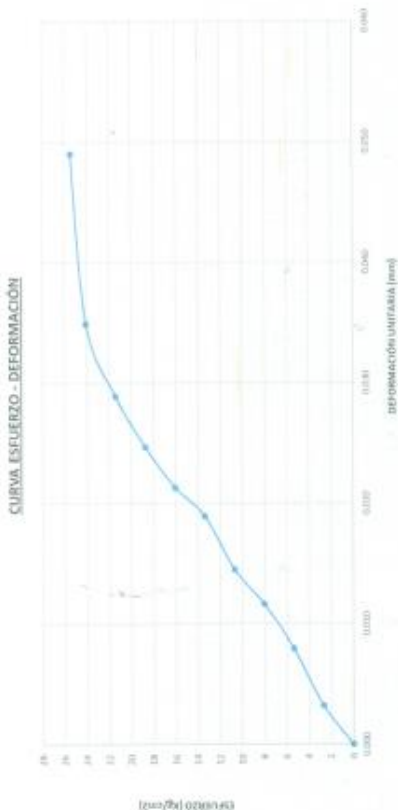
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Geumer Alejandro Velásquez Honorio	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Dr. Ing. Orlando Aguilar Allaga
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 72: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 2% de piedra triturada caliza CB-6.

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA DE LA COMPRESION DE ADOBES			
NORMA	ASTM C - 67			
TESIS	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE PIEDRA TRITURADA CALIZA EN PORCENTAJES DE 2%, 3% Y 4%, CAJAMARCA 2023"			
ID. ADOBE (especimen):	CB-6	ANCHO CARA PROM. (cm):	13.15 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/07/2023	LARGO CARA PROM. (cm):	14.22 cm	
FECHA DE ENSAYO:	05/08/2023	ÁREA CARA PROM. (cm ²):	186.993 cm ²	
EDAD DEL ADOBE:	28 días	RESPONSABLE:	Geumer Alejandro Velásquez Honorio.	
N° DE ESPECÍMENES:	8	REVISADO POR:	Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga.	

N°	Carga (Kg-f)	Deformación ϵ	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00	0.00	0.000000
2	500	0.30	2.67	0.003233
3	1000	0.74	5.35	0.007974
4	1500	1.08	8.02	0.011638
5	2000	1.35	10.70	0.014547
6	2500	1.76	13.37	0.018966
7	3000	1.98	16.04	0.021336
8	3500	2.29	18.72	0.024677
9	4000	2.68	21.39	0.028879
10	4500	3.24	24.07	0.034914
11	4758	4.55	25.44	0.049030
12	5500			
13	6000			
14	6500			
15	6655			
16	7500			
17	8000			
18	8500			
19	9000			
20	9500			
21	10000			
22	10500			
23	11000			
24	11500			
25	12000			



CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

OBSERVACIONES:




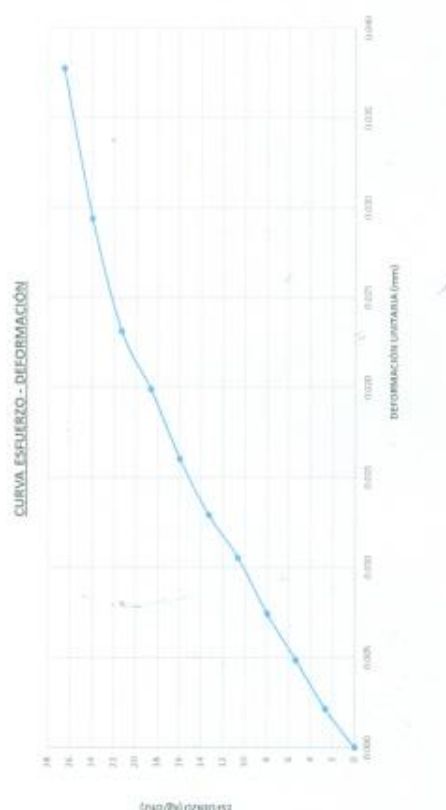
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Geumer Alejandro Velásquez Honorio	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 73: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 2% de piedra triturada caliza CB-7.

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA DE LA COMPRESIÓN DE ADOBES			
NORMA	ASTM C – 67			
TESIS	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE PIEDRA TRITURADA CALIZA EN PORCENTAJES DE 2%, 3% Y 4%, CAJAMARCA 2023"			
ID. ADOBE (especimen):	CB-7	ANCHO CARA PROM. (cm):	13.27 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/07/2023	LARGO CARA PROM. (cm):	14.16 cm	
FECHA DE ENSAYO:	05/08/2023	ÁREA CARA PROM. (cm ²):	187.9032 cm ²	
EDAD DEL ADOBE:	28 días	RESPONSABLE:	Geumer Alejandro Velásquez Honorio.	
N° DE ESPECÍMENES:	8	REVISADO POR:	Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga.	

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00	0.00	0.000000
2	500	0.20	2.66	0.002151
3	1000	0.45	5.32	0.004839
4	1500	0.69	7.98	0.007419
5	2000	0.98	10.64	0.010538
6	2500	1.20	13.30	0.012903
7	3000	1.49	15.97	0.016022
8	3500	1.85	18.63	0.019892
9	4000	2.15	21.29	0.023118
10	4500	2.73	23.95	0.029355
11	4993	3.51	26.57	0.037742
12	5500			
13	6000			
14	6500			
15	7000			
16	7201			
17	8000			
18	8500			
19	9000			
20	9500			
21	10000			
22	10500			
23	11000			
24	11500			
25	12000			



CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN




OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Geumer Alejandro Velásquez Honorio	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 74: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 2% de piedra triturada caliza CB-8.

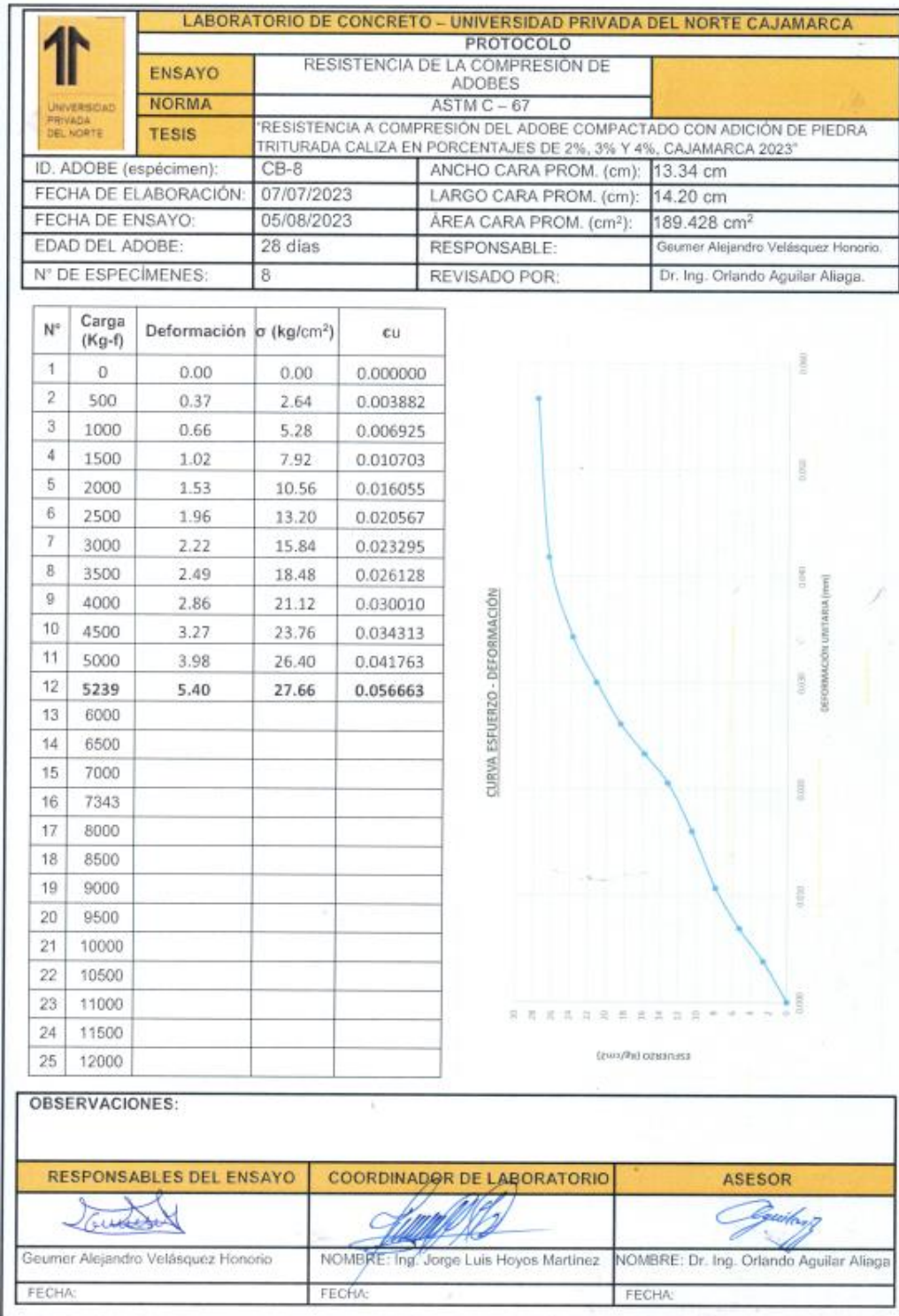


Figura 75: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 3% de piedra triturada caliza CC-1.

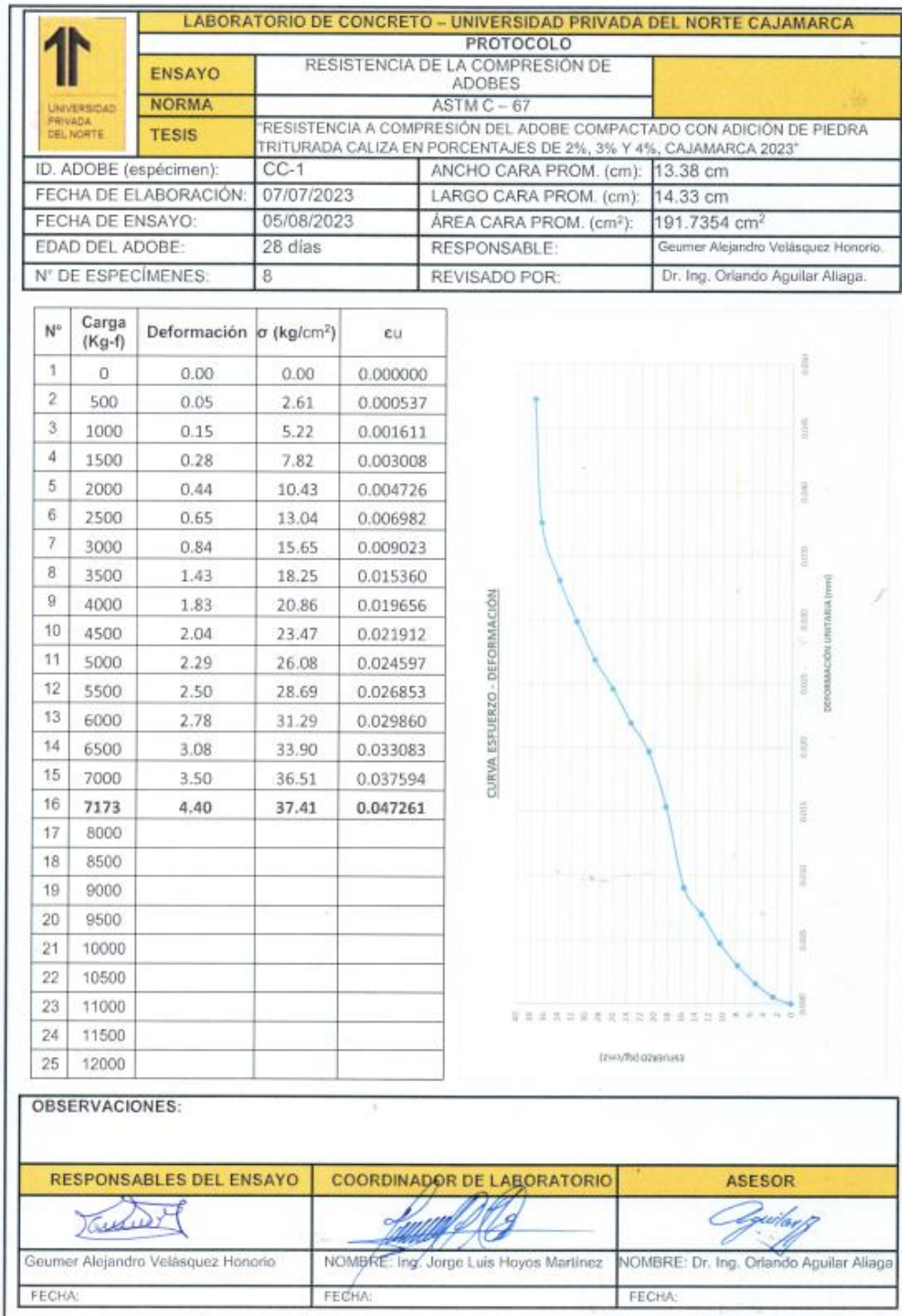
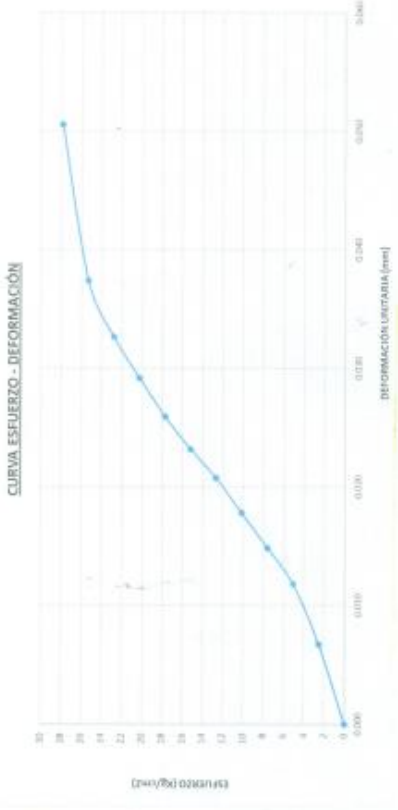


Figura 76: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 3% de piedra triturada caliza CC-2.

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA DE LA COMPRESIÓN DE ADOBES			
NORMA	ASTM C – 67			
TESIS	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE PIEDRA TRITURADA CALIZA EN PORCENTAJES DE 2%, 3% Y 4%. CAJAMARCA 2023"			
ID. ADOBE (especimen):	CC-2	ANCHO CARA PROM. (cm):	13.60 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/07/2023	LARGO CARA PROM. (cm):	14.51 cm	
FECHA DE ENSAYO:	05/08/2023	ÁREA CARA PROM. (cm ²):	197.3360 cm ²	
EDAD DEL ADOBE:	28 días	RESPONSABLE:	Geumer Alejandro Velásquez Honorio.	
N° DE ESPECÍMENES:	8	REVISADO POR:	Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga.	

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (kg/cm ²)	cu
1	0	0.00	0.00	0.000000
2	500	0.64	2.53	0.006737
3	1000	1.12	5.07	0.011789
4	1500	1.41	7.60	0.014842
5	2000	1.69	10.13	0.017789
6	2500	1.97	12.67	0.020737
7	3000	2.20	15.20	0.023158
8	3500	2.46	17.74	0.025895
9	4000	2.77	20.27	0.029158
10	4500	3.10	22.80	0.032632
11	5000	3.55	25.34	0.037368
12	5495	4.80	27.85	0.050526
13	6000			
14	6500			
15	7000			
16	7500			
17	8000			
18	8024			
19	9000			
20	9500			
21	10000			
22	10500			
23	11000			
24	11500			
25	12000			



CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

OBSERVACIONES:




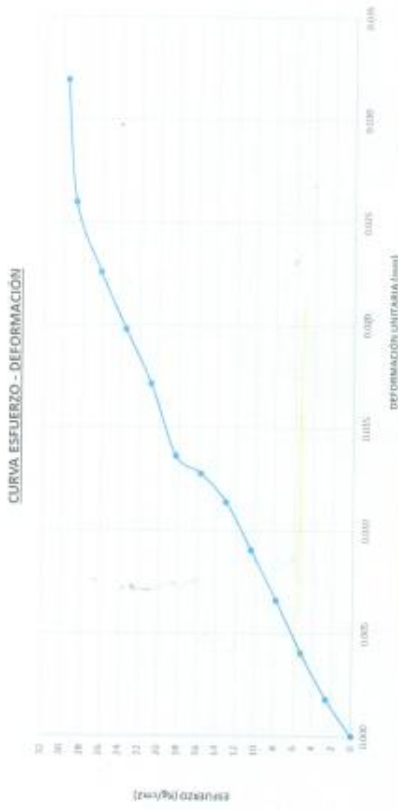
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Geumer Alejandro Velásquez Honorio	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 77: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 3% de piedra triturada caliza CC-3.

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA DE LA COMPRESIÓN DE ADOBES			
NORMA	ASTM C – 67			
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE PIEDRA TRITURADA CALIZA EN PORCENTAJES DE 2%, 3% Y 4%, CAJAMARCA 2023*			
ID. ADOBE (especimen):	CC-3	ANCHO CARA PROM. (cm):	13.50 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/07/2023	LARGO CARA PROM. (cm):	14.20 cm	
FECHA DE ENSAYO:	05/08/2023	ÁREA CARA PROM. (cm ²):	191.7000 cm ²	
EDAD DEL ADOBE:	28 días	RESPONSABLE:	Geumer Alejandro Velásquez Honorio.	
N° DE ESPECIMENES:	8	REVISADO POR:	Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga.	

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00	0.00	0.000000
2	500	0.17	2.61	0.001809
3	1000	0.38	5.22	0.004043
4	1500	0.62	7.82	0.006596
5	2000	0.85	10.43	0.009043
6	2500	1.07	13.04	0.011383
7	3000	1.20	15.65	0.012766
8	3500	1.28	18.26	0.013617
9	4000	1.61	20.87	0.017128
10	4500	1.86	23.47	0.019787
11	5000	2.12	26.08	0.022553
12	5500	2.44	28.69	0.025957
13	5678	3.00	29.62	0.031915
14	6500			
15	7000			
16	7500			
17	7960			
18	8500			
19	9000			
20	9500			
21	10000			
22	10500			
23	11000			
24	11500			
25	12000			



CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN




OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Geumer Alejandro Velásquez Honorio	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 78: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 3% de piedra triturada caliza CC-4.

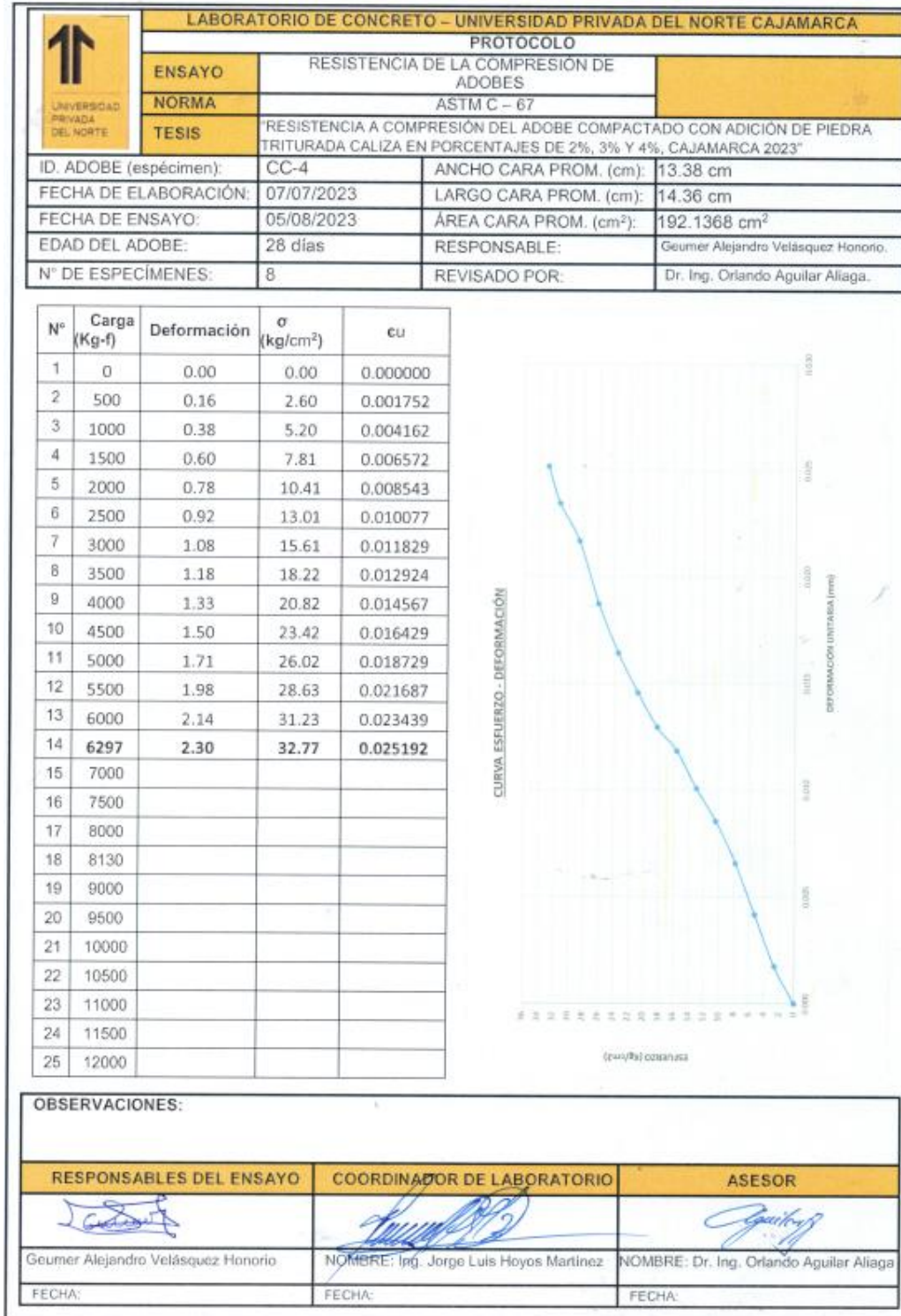
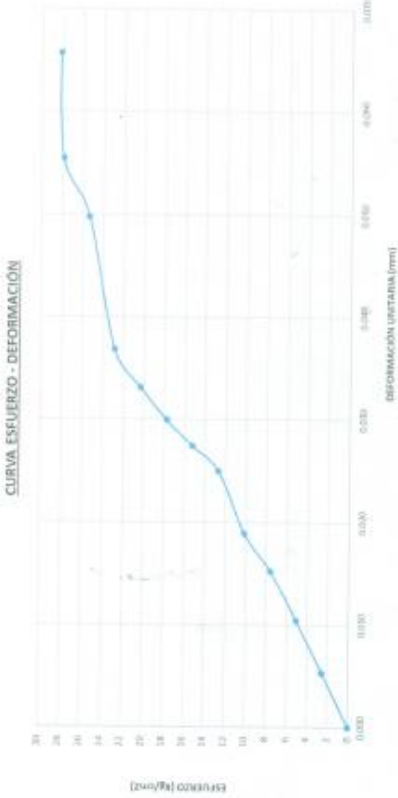


Figura 79: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 3% de piedra triturada caliza CC-5.

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA DE LA COMPRESION DE ADOBES		
NORMA	ASTM C – 67		
TESIS	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE PIEDRA TRITURADA CALIZA EN PORCENTAJES DE 2%, 3% Y 4%, CAJAMARCA 2023"		
ID. ADOBE (especimen):	CC-5	ANCHO CARA PROM. (cm):	13.72 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/07/2023	LARGO CARA PROM. (cm):	14.37 cm
FECHA DE ENSAYO:	05/08/2023	ÁREA CARA PROM. (cm ²):	197.1564 cm ²
EDAD DEL ADOBE:	28 días	RESPONSABLE:	Geumer Alejandro Velásquez Honorio.
N° DE ESPECÍMENES:	8	REVISADO POR:	Dr. Ing. Orlando Aguilar Allaga.

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ
1	0	0.00	0.00	0.000000
2	500	0.50	2.54	0.005308
3	1000	0.98	5.07	0.010403
4	1500	1.43	7.61	0.015180
5	2000	1.78	10.14	0.018896
6	2500	2.35	12.68	0.024947
7	3000	2.58	15.22	0.027389
8	3500	2.82	17.75	0.029936
9	4000	3.12	20.29	0.033121
10	4500	3.47	22.82	0.036837
11	5000	4.69	25.36	0.049788
12	5500	5.23	27.90	0.055520
13	5549	6.19	28.15	0.065711
14	6500			
15	7000			
16	7500			
17	8000			
18	8500			
19	9000			
20	9125			
21	10000			
22	10500			
23	11000			
24	11500			
25	12000			

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN






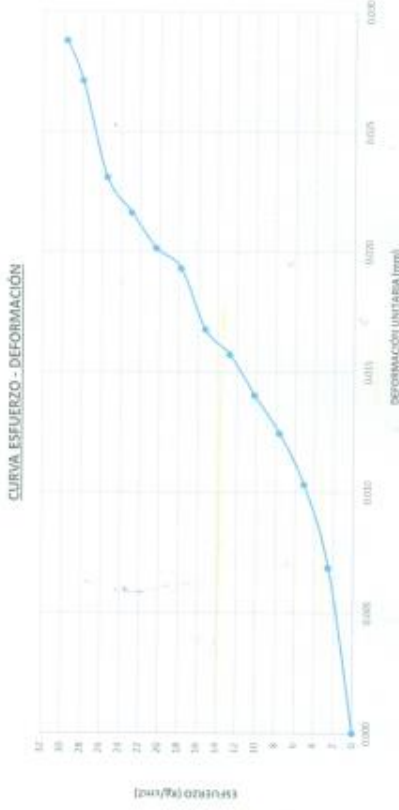
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Geumer Alejandro Velásquez Honorio	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Dr. Ing. Orlando Aguilar Allaga
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 80: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 3% de piedra triturada caliza CC-6.

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA DE LA COMPRESIÓN DE ADOBES			
NORMA	ASTM C – 67			
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE PIEDRA TRITURADA CALIZA EN PORCENTAJES DE 2%, 3% Y 4%, CAJAMARCA 2023”			
ID. ADOBE (especimen):	CC-6	ANCHO CARA PROM. (cm):	13.60 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/07/2023	LARGO CARA PROM. (cm):	14.44 cm	
FECHA DE ENSAYO:	05/08/2023	ÁREA CARA PROM. (cm ²):	196.3840 cm ²	
EDAD DEL ADOBE:	28 días	RESPONSABLE:	Geumer Alejandro Velásquez Honorio.	
N° DE ESPECÍMENES:	8	REVISADO POR:	Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga.	

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (kg/cm ²)	cu
1	0	0.00	0.00	0.000000
2	500	0.65	2.55	0.006857
3	1000	0.98	5.09	0.010338
4	1500	1.18	7.64	0.012447
5	2000	1.33	10.18	0.014030
6	2500	1.49	12.73	0.015717
7	3000	1.59	15.28	0.016772
8	3500	1.83	17.82	0.019304
9	4000	1.91	20.37	0.020148
10	4500	2.05	22.91	0.021624
11	5000	2.19	25.46	0.023101
12	5500	2.57	28.01	0.027110
13	5822	2.73	29.65	0.028797
14	6500			
15	7000			
16	7393			
17	8000			
18	8500			
19	9000			
20	9500			
21	10000			
22	10500			
23	11000			
24	11500			
25	12000			



CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

OBSERVACIONES:

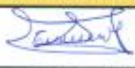


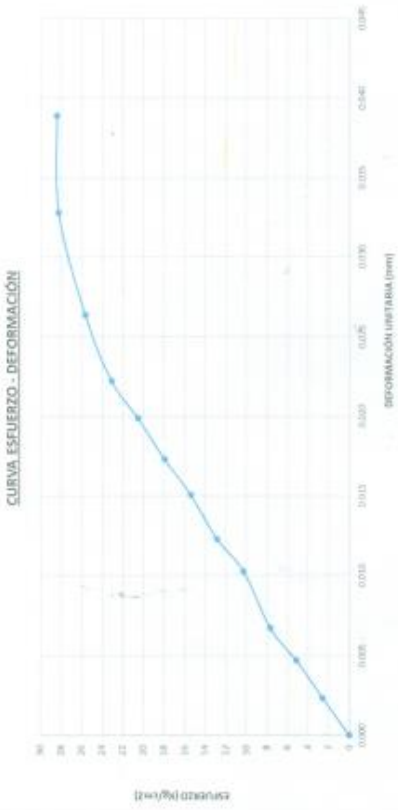
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Geumer Alejandro Velásquez Honorio	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 81: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 3% de piedra triturada caliza CC-7.

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA DE LA COMPRESIÓN DE ADOBES			
NORMA	ASTM C – 67			
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE PIEDRA TRITURADA CALIZA EN PORCENTAJES DE 2%, 3% Y 4%, CAJAMARCA 2023			
ID. ADOBE (espécimen):	CC-7	ANCHO CARA PROM. (cm):	13.57 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/07/2023	LARGO CARA PROM. (cm):	14.37 cm	
FECHA DE ENSAYO:	05/08/2023	ÁREA CARA PROM. (cm ²):	195.0009 cm ²	
EDAD DEL ADOBE:	28 días	RESPONSABLE:	Geumer Alejandro Velásquez Honorio.	
N° DE ESPÉCIMENES:	8	REVISADO POR:	Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga.	

N°	Carga (Kg-f)	Deformación σ (kg/cm ²)	cu
1	0	0.00	0.00
2	500	0.22	2.56
3	1000	0.44	5.13
4	1500	0.63	7.69
5	2000	0.96	10.26
6	2500	1.15	12.82
7	3000	1.41	15.38
8	3500	1.62	17.95
9	4000	1.86	20.51
10	4500	2.08	23.08
11	5000	2.47	25.64
12	5500	3.07	28.20
13	5531	3.64	0.038889
14	6500		
15	7000		
16	7500		
17	7995		
18	8500		
19	9000		
20	9500		
21	10000		
22	10500		
23	11000		
24	11500		
25	12000		



Observaciones:




RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Geumer Alejandro Velásquez Honorio	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 82: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 3% de piedra triturada caliza CC-8.

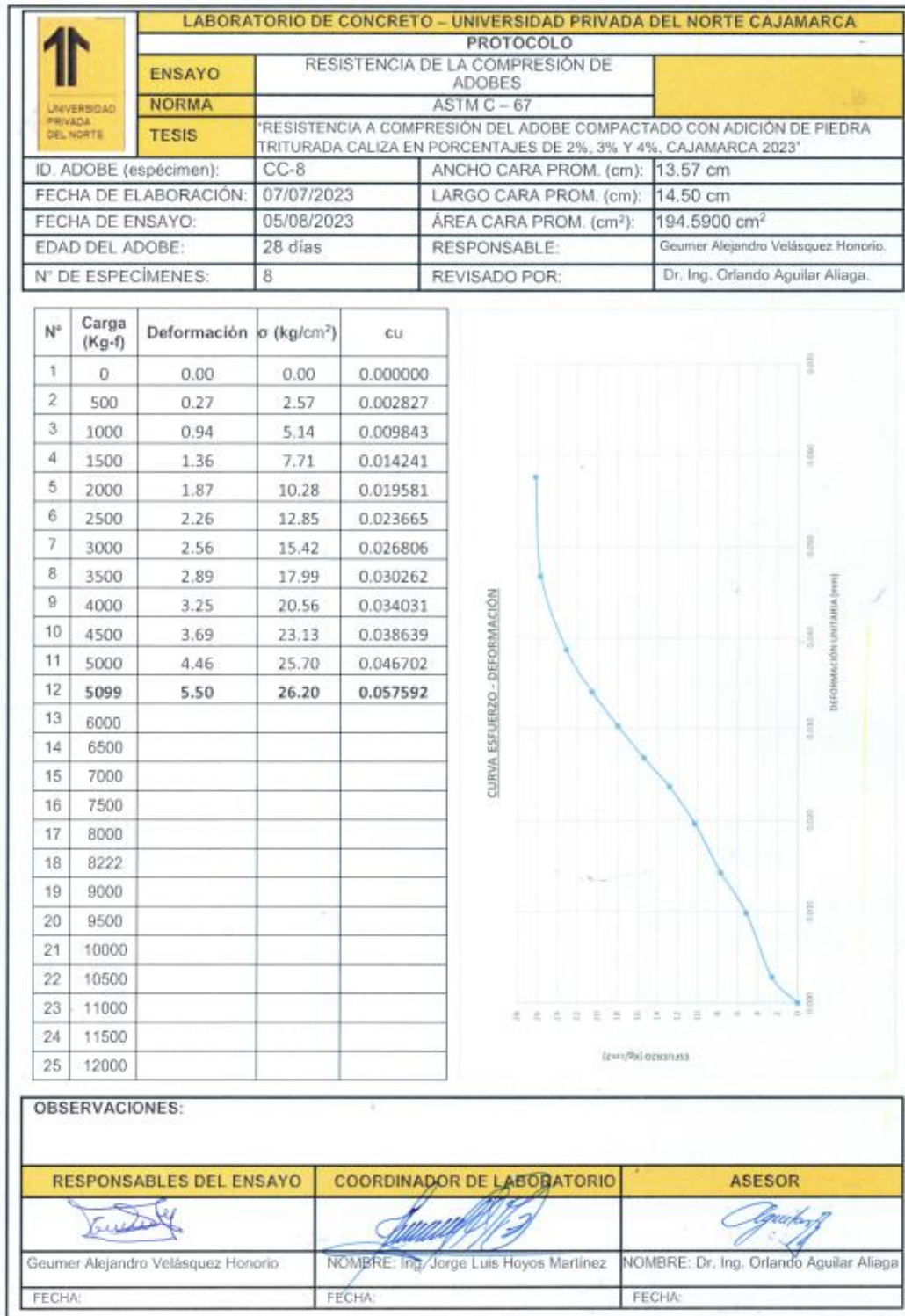


Figura 83: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 4% de piedra triturada caliza CD-1.

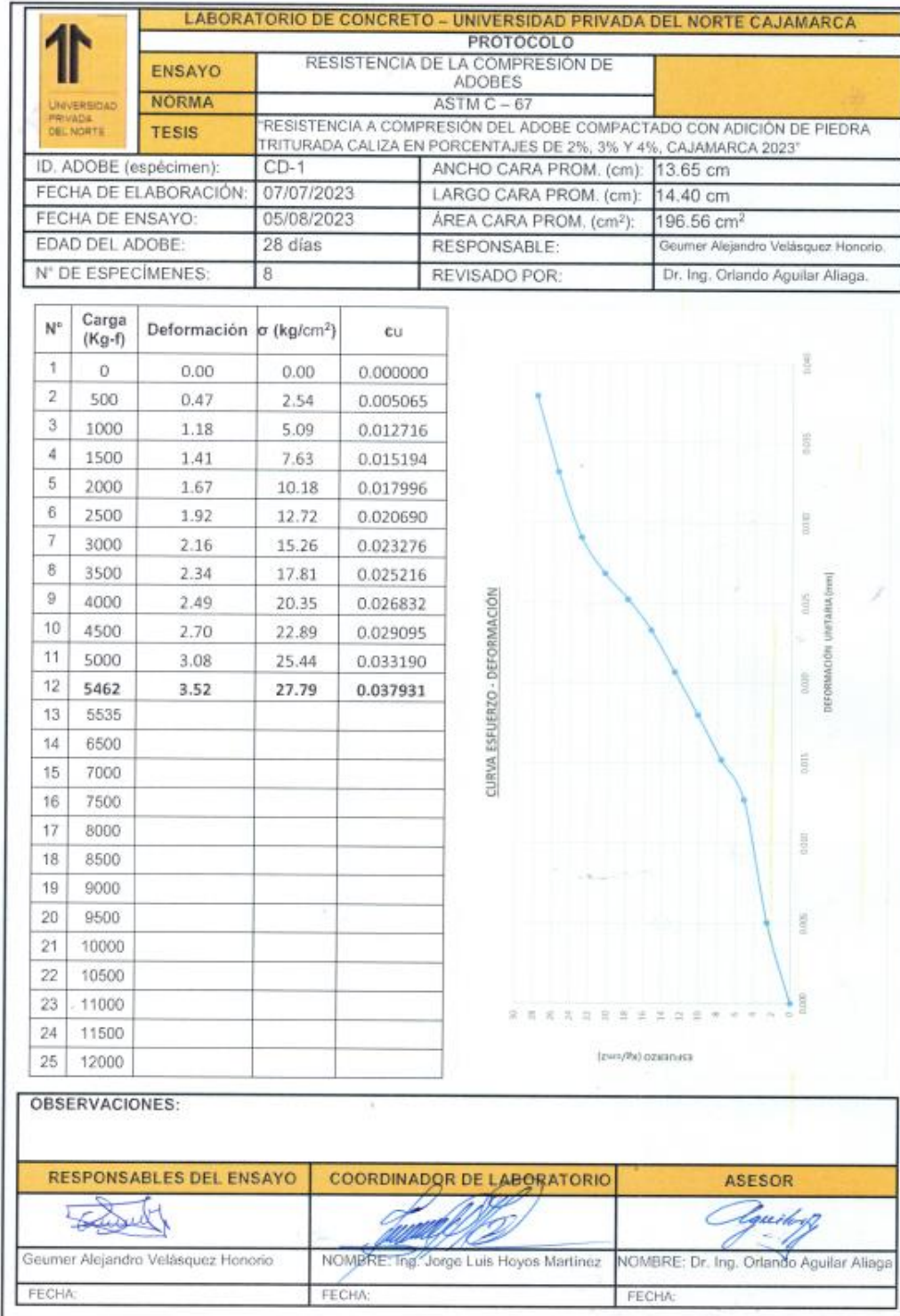


Figura 84: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 4% de piedra triturada caliza CD-2.

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA DE LA COMPRESIÓN DE ADOBES		
NORMA	ASTM C – 67		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE PIEDRA TRITURADA CALIZA EN PORCENTAJES DE 2%, 3% Y 4%, CAJAMARCA 2023”		
ID. ADOBE (especimen):	CD-2	ANCHO CARA PROM. (cm):	13.45 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/07/2023	LARGO CARA PROM. (cm):	14.32 cm
FECHA DE ENSAYO:	05/08/2023	ÁREA CARA PROM. (cm ²):	192.604 cm ²
EDAD DEL ADOBE:	28 días	RESPONSABLE:	Geumer Alejandro Velásquez Honorio,
N° DE ESPECÍMENES:	8	REVISADO POR:	Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga.

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00	0.00	0.000000
2	500	0.56	2.60	0.002908
3	1000	0.89	5.19	0.004621
4	1500	1.20	7.79	0.006230
5	2000	1.49	10.38	0.007736
6	2500	1.65	12.98	0.008567
7	3000	1.84	15.58	0.009553
8	3500	1.99	18.17	0.010332
9	4000	2.22	20.77	0.011526
10	4500	2.41	23.36	0.012513
11	5000	2.76	25.96	0.014330
12	5500	3.35	28.56	0.017393
13	5631	4.80	29.24	0.024922
14	6220			
15	7000			
16	7500			
17	8000			
18	8500			
19	9000			
20	9500			
21	10000			
22	10500			
23	11000			
24	11500			
25	12000			

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
Geumer Alejandro Velásquez Honorio	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 85: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 4% de piedra triturada caliza CD-3.

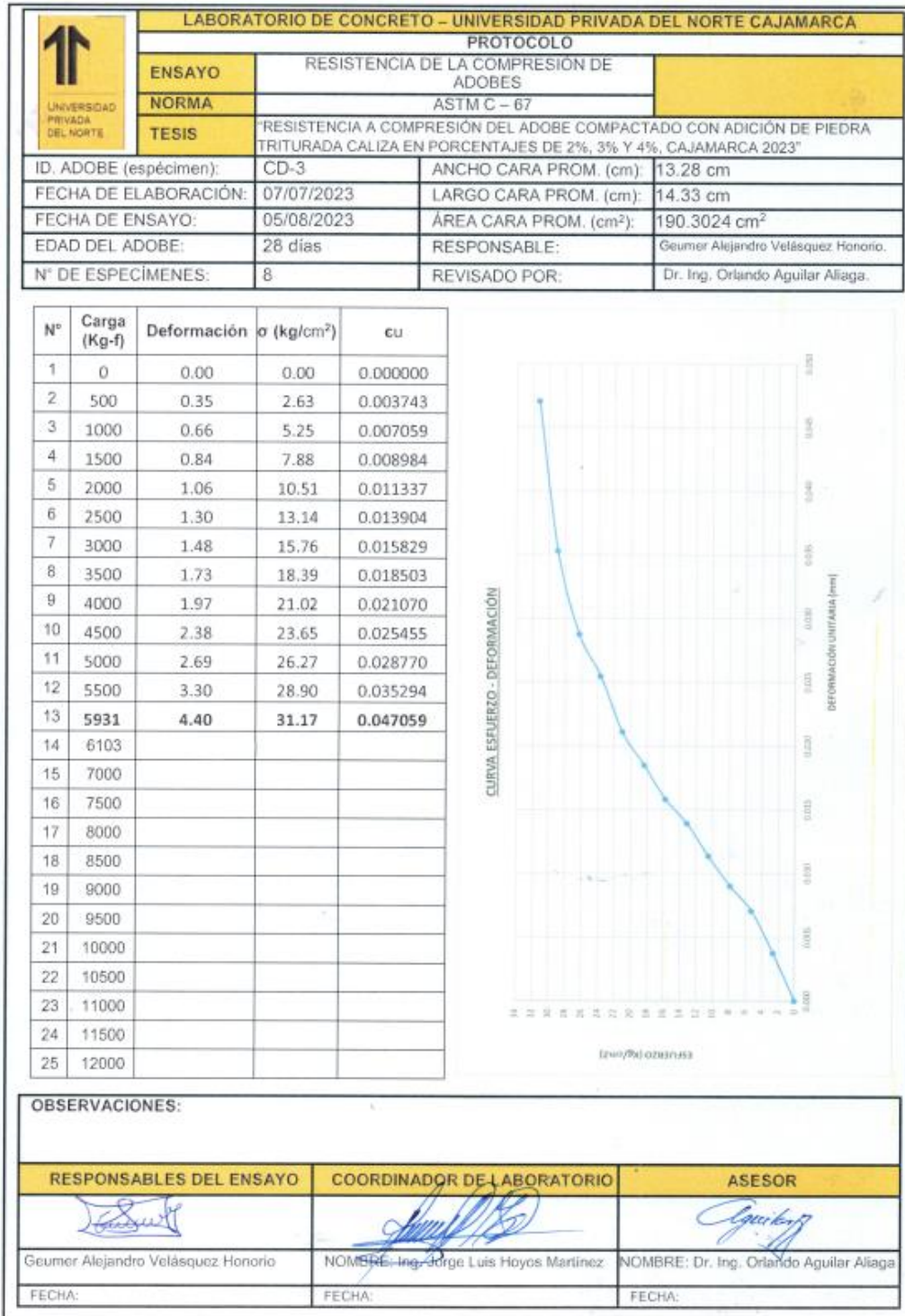
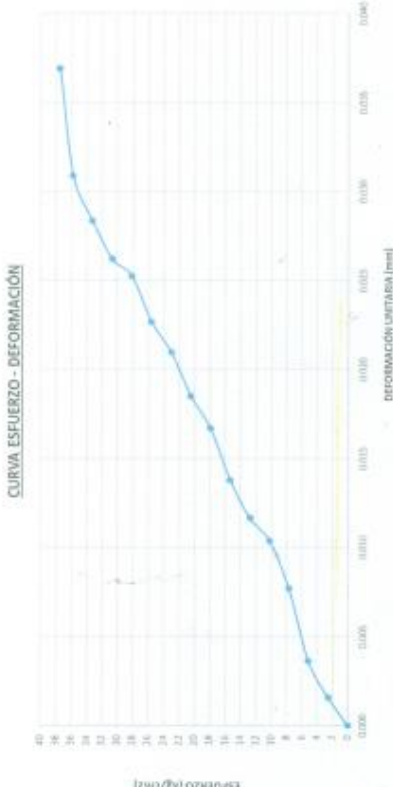


Figura 86: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 4% de piedra triturada caliza CD-4.

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO		RESISTENCIA DE LA COMPRESIÓN DE ADOBES		
NORMA		ASTM C – 67		
TESIS		RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE PIEDRA TRITURADA CALIZA EN PORCENTAJES DE 2%, 3% Y 4%, CAJAMARCA 2023*		
ID. ADOBE (especimen):	CD-4	ANCHO CARA PROM. (cm):	13.69 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/07/2023	LARGO CARA PROM. (cm):	14.28 cm	
FECHA DE ENSAYO:	05/08/2023	ÁREA CARA PROM. (cm ²):	195.4932 cm ²	
EDAD DEL ADOBE:	28 días	RESPONSABLE:	Geumer Alejandro Velásquez Honorio.	
N° DE ESPECÍMENES:	8	REVISADO POR:	Dr. Ing. Orlando Aguilar Allaga.	

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00	0.00	0.000000
2	500	0.15	2.56	0.001604
3	1000	0.34	5.12	0.003636
4	1500	0.72	7.67	0.007701
5	2000	0.97	10.23	0.010374
6	2500	1.09	12.79	0.011658
7	3000	1.29	15.35	0.013797
8	3500	1.56	17.90	0.016684
9	4000	1.73	20.46	0.018503
10	4500	1.96	23.02	0.020963
11	5000	2.12	25.58	0.022674
12	5500	2.36	28.13	0.025241
13	6000	2.45	30.69	0.026203
14	6500	2.65	33.25	0.028342
15	7000	2.89	35.81	0.030909
16	7326	3.45	37.47	0.036898
17	8000			
18	8500			
19	9000			
20	9500			
21	10000			
22	10500			
23	11000			
24	11500			
25	12000			



CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

OBSERVACIONES:




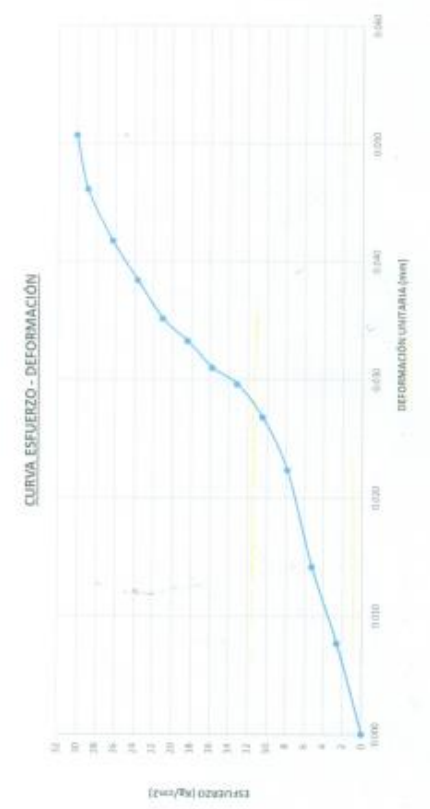
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Geumer Alejandro Velásquez Honorio	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Dr. Ing. Orlando Aguilar Allaga
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 87: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 4% de piedra triturada caliza CD-5.

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA DE LA COMPRESIÓN DE ADOBES			
NORMA	ASTM C – 67			
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE PIEDRA TRITURADA CALIZA EN PORCENTAJES DE 2%, 3% Y 4%, CAJAMARCA 2023*			
ID. ADOBE (espécimen):	CD-5	ANCHO CARA PROM. (cm):	13.22 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/07/2023	LARGO CARA PROM. (cm):	14.38 cm	
FECHA DE ENSAYO:	05/08/2023	ÁREA CARA PROM. (cm ²):	190.1036 cm ²	
EDAD DEL ADOBE:	28 días	RESPONSABLE:	Geumer Alejandro Velásquez Honorio.	
N° DE ESPÉCIMENES:	8	REVISADO POR:	Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga.	

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (kg/cm ²)	cu
1	0	0.00	0.00	0.000000
2	500	0.72	2.63	0.007717
3	1000	1.32	5.26	0.014148
4	1500	2.08	7.89	0.022294
5	2000	2.50	10.52	0.026795
6	2500	2.76	13.15	0.029582
7	3000	2.89	15.78	0.030975
8	3500	3.10	18.41	0.033226
9	4000	3.28	21.04	0.035155
10	4500	3.58	23.67	0.038371
11	5000	3.89	26.30	0.041693
12	5500	4.30	28.93	0.046088
13	5716	4.73	30.07	0.050697
14	6009			
15	7000			
16	7500			
17	8000			
18	8500			
19	9000			
20	9500			
21	10000			
22	10500			
23	11000			
24	11500			
25	12000			






OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Geumer Alejandro Velásquez Honorio	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 88: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 4% de piedra triturada caliza CD-6.

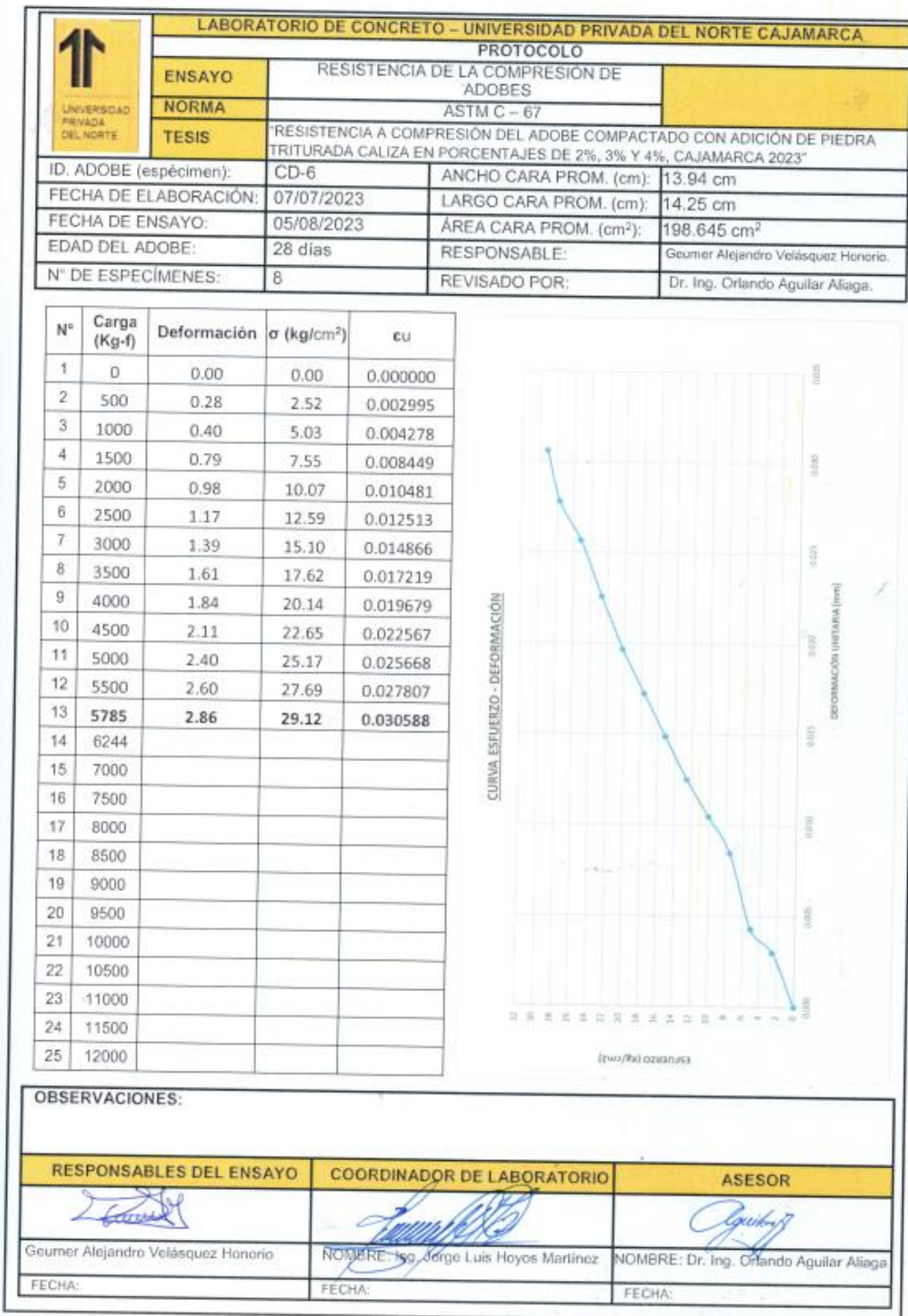


Figura 89: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 4% de piedra triturada caliza CD-7.

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA DE LA COMPRESIÓN DE ADOBES			
NORMA	ASTM C – 67			
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE PIEDRA TRITURADA CALIZA EN PORCENTAJES DE 2%, 3% Y 4%. CAJAMARCA 2023*			
ID. ADOBE (especimen):	CD-7	ANCHO CARA PROM. (cm):	13.40 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/07/2023	LARGO CARA PROM. (cm):	14.40 cm	
FECHA DE ENSAYO:	05/08/2023	ÁREA CARA PROM. (cm ²):	192.960 cm ²	
EDAD DEL ADOBE:	28 días	RESPONSABLE:	Geumer Alejandro Velásquez Honorio.	
N° DE ESPECIMENES:	8	REVISADO POR:	Dr. Ing. Orlando Aguilar Allaga.	

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (kg/cm ²)	cu
1	0	0.00	0.00	0.000000
2	500	0.60	2.59	0.006494
3	1000	1.05	5.18	0.011364
4	1500	1.26	7.77	0.013636
5	2000	1.60	10.36	0.017316
6	2500	1.89	12.96	0.020455
7	3000	2.03	15.55	0.021970
8	3500	2.15	18.14	0.023268
9	4000	2.40	20.73	0.025974
10	4500	2.65	23.32	0.028680
11	5000	2.96	25.91	0.032035
12	5500	3.28	28.50	0.035498
13	6000	3.67	31.09	0.039719
14	6500	3.98	33.69	0.043074
15	6697	4.20	34.71	0.045455
16	7500			
17	8000			
18	8500			
19	9000			
20	9500			
21	10000			
22	10500			
23	11000			
24	11500			
25	12000			

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

DEFORMACIÓN UNITARIA (mm)

ESFUERZO (kg/cm²)

OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
Geumer Alejandro Velásquez Honorio	NOMBRE: Ing. Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Dr. Ing. Orlando Aguilar Allaga
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 90: Protocolo de resistencia a la compresión del adobe con adición de 4% de piedra triturada caliza CD-8.

