

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de
bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra
convencionales**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

Yanely Julon Fernandez

ASESOR

Juan Merino Roncero

<https://orcid.org/0000-0002-5753-7664>

Chiclayo, 2024

**Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de
bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra
convencionales**

PRESENTADA POR
Yanely Julon Fernandez

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

Angel Alberto Lorren Palomino
PRESIDENTE

Segundo Guillermo Carranza Cieza
SECRETARIO

Juan Merino Roncero
VOCAL

Dedicatoria

Esta investigación va dedicada primeramente a Dios, por haberme guiado y darme fuerza para seguir adelante todos los días.

Seguidamente a mis padres Emérita Fernández Contreras y Miguel Julón Marrufo por su apoyo constante e incondicional y sacrificios innumerables para hacer posible este logro.

A mis hermanos Robinson y Verónica por todos sus consejos para no rendirme y seguir adelante. A mis tíos Ítalo, Víctor y Segundo por haberme brindado todo su apoyo durante este proceso.

Agradecimientos

Mi agradecimiento especial a mi asesor el Ing. Juan Merino Roncero, por haberme guiado en el desarrollo de toda la investigación, brindándome sus consejos, conocimientos, recomendaciones y sugerencias.

También mi agradecimiento a mis familiares y amigos que colaboraron de uno u otra manera para el desarrollo de esta investigación.

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	7%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3%
4	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1%
8	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1%
9	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	<1%

ÍNDICE

Resumen	16
Abstract	17
Introducción	18
Revisión de literatura	21
Antecedentes del problema.....	21
Bases teórico – científicas	23
La tierra como material de construcción - propiedades del barro	23
Adobe	24
Adobe estabilizado.....	24
Estabilización	24
Estabilizadores minerales	24
Fabricación de gaveras.....	25
Preparación del barro para los bloques de tierra.....	25
Moldeo de adobes	25
Secado	25
Apilado de adobes.....	25
Mortero.....	26
Cemento.....	26
Prueba “cinta de barro”	26
Prueba “Presencia de arcilla” o “Resistencia seca”	26
Resistencia del material de tierra a la compresión (ensayo de compresión en cubos).....	27
Resistencia del material de tierra a la tracción.....	27
Resistencia del mortero a la tracción	27
Resistencia del murete a la compresión	29
Resistencia del murete a la tracción indirecta	30
Ensayos de laboratorio para propiedades físicas	30

Ensayo de absorción	30
Velocidad inicial de absorción (IRA)	31
Velocidad inicial de absorción(succión).....	31
Periodo inicial de absorción (succión)	31
Calculo e informe del ensayo de succión	32
Granulometría	32
Curva granulométrica	32
Ensayo contenido de humedad	34
Límites de atterberg	34
Limite liquido (LL).....	34
Limite plástico (LP).....	35
Peso específico	36
NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA. MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO.	37
NORMA TÉCNICA PERUANA. UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayos de ladrillos de arcilla usados en albañilería.	37
NORMA TÉCNICA PERUANA. Definición y clasificación de agregados.....	37
para uso en morteros y hormigones (concretos).....	37
NORMA TÉCNICA PERUANA. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos	37
NORMA TÉCNICA PERUANA. SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.	37
NORMA TÉCNICA PERUANA. SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.....	37
NORMA TÉCNICA PERUANA. AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.....	37
NORMA TÉCNICA PERUANA. Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.	38
MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES RD N°18 – 2016 – MTC/14.....	38

NORMA TÉCNICA PERUANA. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para determinar la resistencia en compresión de prismas de albañilería.	38
.....	38
Materiales y métodos.....	39
Tipo de investigación	39
Diseño de Investigación.....	39
Hipótesis	39
Diseño de contrastación de la Hipótesis	39
Población, muestra de estudio y muestreo.....	39
Población	39
Muestra	40
Muestreo	40
Criterios de selección.....	40
Operacionalización de Variables	43
Técnicas e instrumentos de recolección de datos	45
Fuentes y programas	45
Procedimientos	46
Resultados y discusión.....	69
Resultados.....	69
Prueba “Cinta de barro”.....	69
Prueba “Presencia de arcilla” o “Resistencia seca”	69
Pruebas de laboratorio para la clasificación del suelo.....	70
Ensayos de granulometría	70
Método de ensayo para determinar el Límite Líquido, Límite plástico e Índice de plasticidad de suelos (NTP 339.129)	73
Método para la clasificación unificada de suelos (NTP 339.134)	75
Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de suelos (NTP 339.127)	76

Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino (400.022)	76
Ensayos físicos de los bloques de tierra	77
Ensayo de succión (NTP 399.613) de los bloques de tierra convencionales y estabilizados con cemento en dosificación de 3%, 5% y 8%	77
Ensayo de absorción (NTP 399.613) de los bloques de tierra convencionales y estabilizados con cemento en dosificación de 3%, 5% y 8%	78
Ensayo de compresión del material en cubos	79
Ensayo brasileño de tracción – resistencia del material de tierra a la tracción	80
Ensayo de Resistencia del mortero a la tracción	81
Ensayo para medir la Resistencia del murete a la compresión	82
Ensayo para medir la Resistencia del murete a la tracción indirecta	84
Prueba de simulación de inundación	85
Análisis económico de los bloques convencionales y bloques de tierra estabilizados	105
Análisis estadístico	109
Discusión	128
Conclusiones	146
Recomendaciones	149
Referencias	151
Anexos	154
Anexo 01: Ensayos de laboratorio.....	154
Anexo 02: Panel fotográfico.....	232

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Prueba presencia de arcilla o resistencia seca	26
Ilustración 2: Prueba presencia de arcilla o resistencia seca	27
Ilustración 3: Ensayo de resistencia del mortero a la tracción	28
Ilustración 4: Ensayo de resistencia del mortero	28
Ilustración 5: Ensayo del murete a la compresión	29
Ilustración 6: Ensayo del murete a la tracción indirecta.....	30
Ilustración 7: Lugar de fabricación de los bloques de tierra.....	46
Ilustración 8: Ubicación de las canteras	47
Ilustración 9: Prueba cinta de barro cantera 01, 02 y 03 respectivamente	48
Ilustración 10: Elaboración de bolitas para "Prueba de presencia de arcilla"	48
Ilustración 11: Cantidad de bolitas por cada muestra.....	48
Ilustración 12: Prueba de " Presencia de arcilla"	49
Ilustración 13:Ensayo de granulometría	49
Ilustración 14: Ensayo granulometría.....	50
Ilustración 15: Ensayo contenido de humedad	50
Ilustración 16: Ensayo Límite plástico	51
Ilustración 17: Ensayo Límite Líquido.....	51
Ilustración 18: Ensayo peso específico.....	51
Ilustración 19: Adobera o gavera.....	52
Ilustración 20: Zarandeo del material	52
Ilustración 21: Proceso de hidratación del material.....	53
Ilustración 22: Preparación de la paja.....	53
Ilustración 23: Preparación del barro para la elaboración de bloques de tierra.....	53
Ilustración 24: Elaboración de los bloques de tierra convencionales	54
Ilustración 25: Hidratación de la tierra	56
Ilustración 26: Preparación de la mezcla para la elaboración de bloques de tierra estabilizados	56
Ilustración 27: Elaboración de los bloques de tierra estabilizados	57
Ilustración 28: Curado de los bloques de tierra estabilizados	57
Ilustración 29: Transporte de los bloques de tierra.....	57
Ilustración 30: Ensayo de succión	58
Ilustración 31: Ensayo de succión – peso de los bloques de tierra después de sacar del horno.....	58

Ilustración 32: Ensayo de succión - nivelación de la bandeja y colocación del bloque en la bandeja con agua.....	58
Ilustración 33: Ensayo de succión - peso después de sumergirse en agua	59
Ilustración 34: Ensayo de absorción	59
Ilustración 35: Ensayo de absorción - muestras sumergidas en agua.....	59
Ilustración 36: Ensayo de absorción - pesado de la muestra después de sacarla del agua	60
Ilustración 37: Ensayo de compresión del material en cubos - muestras a ensayar	60
Ilustración 38: Ensayo compresión en cubos - muestra ensayada.....	60
Ilustración 39: Ensayo brasileño de tracción - probetas cilíndricas	61
Ilustración 40: Ensayo brasileño de tracción – muestra ensayada.....	61
Ilustración 41: Ensayo de morteros a tracción indirecta - muestras a ensayar	61
Ilustración 42: Ensayo de morteros a tracción indirecta - muestra ensayada.....	62
Ilustración 43: Ensayo Resistencia del murete a la compresión – elaboración de pilas.	62
Ilustración 44: Ensayo Resistencia del murete a la compresión - muestra ensayada.....	63
Ilustración 45: Ensayo de Resistencia del murete a la tracción - elaboración de muros	63
Ilustración 46: Ensayo de Resistencia del murete a la tracción - muestra ensayada.....	63
Ilustración 47: Pozas impermeabilizadas para simulación de inundación	64
Ilustración 48: Construcción de los muros patrón y estabilizados al 3%, 5% y 8%	64
Ilustración 49: Inundación de los muros.....	65
Ilustración 50: Medición de la capilaridad y absorción.....	66
Ilustración 51: Desplome del muro de bloques de tierra patrón.....	66
Ilustración 52: Desplome del muro de bloque de tierra estabilizada con 3% de cemento	67
Ilustración 53: Desplome del muro de bloque de tierra estabilizada al 5 % de cemento	67
Ilustración 54: Capilaridad y absorción del muro con 8% de cemento	68
Ilustración 55: Desplome del muro estabilizado con 8% de cemento	68
Ilustración 56: Curva granulométrica - cantera 01	70
Ilustración 57: Curva granulométrica - cantera 02	71
Ilustración 58: Curva granulométrica - cantera 03	72
Ilustración 59: Inundación – desgaste de la junta.....	143

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Muestras - ensayo de absorción.....	40
Tabla 2: Muestras - ensayo succión.....	41
Tabla 3: Muestras - ensayo de resistencia a la compresión (cubos).....	41
Tabla 4: Muestra muestras del ensayo brasileño de tracción (probetas).....	41
Tabla 5: Muestra de ensayo de resistencia a la tracción del mortero.....	42
Tabla 6: Muestra de la resistencia del murete a la compresión.....	42
Tabla 7: Muestra para ensayo de resistencia a la tracción indirecta del murete.....	42
Tabla 8: Muestra para la simulación de inundación.....	43
Tabla 9: Variable independiente.....	43
Tabla 10: Variables dependientes.....	44
Tabla 11: Variables intervinientes.....	45
Tabla 12: Dimensiones de las pozas de inundación.....	64
Tabla 13: Dimensiones de los muros para inundación.....	65
Tabla 14: Prueba "cinta de barro".....	69
Tabla 15: Prueba "Presencia de arcilla" o "Resistencia seca".....	69
Tabla 16: Análisis granulométrico por tamizado - cantera 01.....	70
Tabla 17: Análisis granulométrico por tamizado - cantera 02.....	71
Tabla 18: Análisis granulométrico por tamizado - cantera 03.....	72
Tabla 19: Ensayo de Límite de Atterberg.....	73
Tabla 20: Ensayo de Límite de Atterberg - cantera 02.....	74
Tabla 21: Ensayo Límite de Atterberg - cantera 03.....	74
Tabla 22: Clasificación unificada de suelos - canteras 01,02 y 03.....	75
Tabla 23: Ensayo contenido de humedad de la cantera 01,02 y 03.....	76
Tabla 24: Peso específico del agregado fino de la cantera 01, 02 y 03.....	76
Tabla 25: Ensayo de succión - bloques de tierra convencional y bloques de tierra estabilizados al 3%, 5% y 8%.....	77
Tabla 26: Ensayo de Absorción de bloques de tierra convencionales y estabilizados al 3%, 5% y 8%.....	78
Tabla 27: Ensayo compresión en cubos adobe convencional y estabilizado al 3%, 5% y 8%.....	79
Tabla 28: Ensayo de resistencia del material de tierra a la tracción de los bloques convencionales y estabilizados con cemento al 3%, 5% y 8%.....	80
Tabla 29: Ensayo resistencia del mortero a la tracción.....	81

Tabla 30: Ensayo resistencia del murete a la compresión de los bloques convencionales y estabilizados con cemento	82
Tabla 31: Ensayo de compresión diagonal o tracción indirecta	84
Tabla 32: Capilaridad del muro patrón en periodo corto de inundación (PCI)	85
Tabla 33: Capilaridad del muro estabilizado con cemento al 3% en periodo corto de inundación (PCI)	86
Tabla 34: Capilaridad del muro estabilizado con cemento al 5% en periodo corto de inundación (PCI)	87
Tabla 35: Capilaridad del muro estabilizado al 8% de cemento en periodo corto de inundación (PCI)	88
Tabla 36: Capilaridad del muro estabilizado al 3% de cemento en periodo prolongado de inundación (PPI)	89
Tabla 37: Capilaridad del muro estabilizado al 5% de cemento en periodo prolongado de inundación (PPI)	90
Tabla 38: Capilaridad del muro estabilizado con cemento al 8% en periodo prolongado de inundación (PPI)	91
Tabla 39: Capilaridad del muro con bloques de tierra estabilizados con 8% de cemento	94
Tabla 40: Absorción del muro patrón en periodo corto de inundación (PCI)	95
Tabla 41: Absorción del muro estabilizado al 3 % de cemento en periodo corto de inundación	96
Tabla 42: Absorción del muro estabilizado con 5% de cemento en periodo corto de inundación (PCI)	97
Tabla 43: Absorción del muro estabilizado al 8% de cemento en periodo corto de inundación	98
Tabla 44: Absorción del muro estabilizado al 3% de cemento en periodo prolongado de inundación (PPI)	99
Tabla 45: Absorción del muro estabilizado al 5% de cemento en periodo prolongado de inundación (PPI)	100
Tabla 46: Absorción del muro estabilizado al 8% en periodo prolongado de inundación (PPI)	101
Tabla 47: Absorción del muro estabilizado al 8% de cemento en periodo prolongado de inundación (PPI)	104
Tabla 48: Costo unitario del bloque de tierra convencional	106

Tabla 49: Costo unitario del bloque de tierra estabilizado al 3% de cemento.....	107
Tabla 50: Costo unitario del bloque de tierra estabilizado al 5% de cemento.....	108
Tabla 51: Costo unitario del bloque de tierra estabilizado al 8% de cemento.....	109
Tabla 52: Población por cada tipo de adobe.....	110
Tabla 53: Distribución de muestras por ensayo.....	110
Tabla 54: Ensayo de succión - medidas de tendencia central.....	111
Tabla 55: Medidas de dispersión del ensayo de succión.....	112
Tabla 56: Elementos de gráfica de desviación estándar.....	113
Tabla 57: Ensayo de absorción - medidas de tendencia central.....	114
Tabla 58: Medidas de dispersión del ensayo de absorción.....	115
Tabla 59: Elementos de la gráfica de desviación estándar.....	115
Tabla 60: Ensayo de compresión en cubos – medidas de tendencia central.....	116
Tabla 61: Medidas de dispersión del ensayo de compresión en cubos.....	117
Tabla 62: Elementos de la gráfica de la desviación estándar.....	118
Tabla 63: Ensayo brasileño de tracción - medidas de tendencia central.....	119
Tabla 64: Medidas de dispersión del ensayo brasileño a la tracción.....	120
Tabla 65: Elementos para la gráfica de desviación estándar.....	120
Tabla 66: Ensayo del mortero a la tracción indirecta - medidas de tendencia central .	121
Tabla 67: Medidas de dispersión del ensayo de resistencia del mortero a la tracción .	122
Tabla 68: Elementos de la gráfica de desviación estándar.....	122
Tabla 69: Ensayo de compresión del murete a la compresión - medida de tendencia central	123
Tabla 70: Medidas de dispersión del ensayo del murete a la compresión.....	124
Tabla 71: Elementos de la gráfica de desviación estándar.....	125
Tabla 72: Resistencia del murete e la tracción indirecta - medidas de tendencia central	126
Tabla 73: Medidas de dispersión del ensayo de resistencia del murete a la tracción indirecta.....	127
Tabla 74: Elementos de la gráfica de la desviación estándar.....	127
Tabla 75: Capilaridad - PCI.....	139
Tabla 76: Absorción PCI.....	140
Tabla 77: Capilaridad PPI.....	141
Tabla 78: Absorción PPI.....	142
Tabla 79: Capilaridad y absorción muro estabilizado al 8%.....	142

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Curva de fluidez – C01.....	73
Gráfico 2: Curva de fluidez - C02	74
Gráfico 3: Curva de fluidez - C03	75
Gráfico 4: Ensayo de succión	77
Gráfico 5: Absorción	78
Gráfico 6: Compresión en cubos	80
Gráfico 7: Ensayo del material a la tracción.....	81
Gráfico 8: mortero a la tracción.....	82
Gráfico 9: Murete a la compresión	83
Gráfico 10: esfuerzo admisible de compresión por aplastamiento.....	83
Gráfico 11: Tracción indirecta del murete.....	84
Gráfico 12: Capilaridad muro patrón (PCI).....	85
Gráfico 13: Capilaridad 3 % de cemento (PCI).....	86
Gráfico 14: Capilaridad 5% de cemento (PCI).....	87
Gráfico 15: Capilaridad 8% de cemento (PCI).....	88
Gráfico 16: Capilaridad bloque de tierra patrón (PPI)	89
Gráfico 17: Capilaridad 5% de cemento (PPI)	91
Gráfico 18: Capilaridad muro 8% de cemento (PPI).....	95
Gráfico 19: Absorción muro patrón (PCI).....	96
Gráfico 20: Absorción muro 3% de cemento (PCI)	97
Gráfico 21: Absorción muro con 5% de cemento	98
Gráfico 22: Absorción muro con 8% de cemento	99
Gráfico 23: Absorción muro 3% de cemento (PPI).....	100
Gráfico 24: Absorción muro 5% de cemento (PPI).....	101
Gráfico 25: Absorción muro con 8% de cemento (PPI).....	105
Gráfico 26: Población de bloques de tierra	110
Gráfico 27: Cantidad de muestras por ensayo	111
Gráfico 28: medidas de tendencia central para el ensayo de succión.....	112
Gráfico 29: Desviación estándar del ensayo de succión.....	113
Gráfico 30: Medidas de tendencia central para el ensayo de absorción	114
Gráfico 31: desviación estándar del ensayo de succión	116
Gráfico 32: medidas de tendencia central para el ensayo de compresión en cubos	117
Gráfico 33: desviación estándar del ensayo de compresión en cubos.....	118

Gráfico 34: medidas de tendencia central para el ensayo brasileño de tracción	119
Gráfico 35: Desviación estándar del ensayo brasileño de tracción	120
Gráfico 36: Medidas de tendencia central - tracción mortero	121
Gráfico 37: Desviación estándar del ensayo de resistencia del mortero a la tracción..	123
Gráfico 38: medidas de tendencia central para el ensayo de resistencia del murete a la compresión	124
Gráfico 39: Desviación estándar del ensayo de compresión del murete	125
Gráfico 40: medidas de tendencia central para el ensayo de resistencia del murete a la tracción indirecta	126
Gráfico 41: Desviación estándar del ensayo del murete a la tracción indirecta	127
Gráfico 42: Ensayo de succión - comparación de bloques de tierra.....	130
Gráfico 43: Ensayo de absorción - promedio de las muestras.....	131
Gráfico 44: Promedio de la resistencia a la compresión en cubos	133
Gráfico 45: Ensayo de resistencia del material de tierra a la tracción.....	134
Gráfico 46: Ensayo de compresión admisible	136
Gráfico 47: Esfuerzo admisible de compresión por aplastamiento	136
Gráfico 48: Ensayo de tracción indirecta	138
Gráfico 49: Capilaridad (PCI)	140
Gráfico 50: Absorción (PCI)	141

Resumen

Este trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar cómo influye la estabilización con cemento de bloques de tierra en sus propiedades físicas y mecánicas, con la finalidad de estimar su resistencia al agua y resistencia mecánica, teniendo en cuenta los parámetros de la norma peruana E.080. La tesis se desarrolló en el distrito de Sócota, lo primero que se hizo fue ensayos in Situ y ensayos de laboratorio de los tres tipos de suelo con el fin de seleccionar el mejor material para la elaboración de los bloques. Una vez seleccionado el material de tierra se empezó a elaborar los bloques tanto convencionales como estabilizados en porcentajes de 3%, 5% y 8% de cemento. Seguidamente, se realizaron ensayos donde se evaluó la succión, absorción y simulación de inundación esto en lo que respecta a ensayos físicos, mientras que en ensayos mecánicos se evaluó la resistencia de muretes tanto a compresión como en tracción indirecta, así como también ensayos de compresión y tracción por unidad, además se avaluó la resistencia del mortero. Como resultado se concluyó que los bloques estabilizados al 8% de cemento presentan mejores propiedades ante la acción del agua, mientras que los bloques convencionales presentan mejores propiedades en cuanto a resistencia mecánica.

Palabras clave: Bloque de tierra, Cemento, Resistencia mecánica, Resistencia física, inundación.

Abstract

The objective of this research work is to evaluate the influence of cement stabilization of soil blocks on their physical and mechanical properties, in order to estimate their water resistance and mechanical strength, taking into account the parameters of the Peruvian E.080 standard. The thesis was developed in the district of Súcota, the first thing that was done was in situ tests and laboratory tests of the three types of soil in order to select the best material for the elaboration of the blocks. Once the soil material was selected, both conventional and stabilized blocks were made with 3%, 5% and 8% cement. Subsequently, tests were carried out to evaluate suction, absorption and flood simulation in physical tests, while mechanical tests evaluated the resistance of walls in compression and indirect traction, as well as compression and traction tests per unit, and the resistance of the mortar was also evaluated. As a result, it was concluded that blocks stabilized with 8% cement have better properties when exposed to the action of water, while conventional blocks have better properties in terms of mechanical resistance.

Keywords: Earth block, Cement, Mechanical resistance, Physical resistance, Flooding.

Introducción

El adobe como material de construcción en viviendas se viene utilizando desde hace mucho tiempo por varios pueblos ya sea de América, en Estados Unidos en la parte suroeste, Mesoamérica y la región andina de Sudamérica. Un estudio realizado en México cerca del municipio del Huichapan en los sitios arqueológicos de Zheté y Sabina Grande nos permiten conocer que existió una especialización multitemporal en la fabricación de adobes en las épocas prehispánicas donde nos demuestran que se tenía conocimiento sobre la transformación del suelo para elementos constructivos. [1]

En Perú, México y Colombia una gran cantidad de viviendas son construidas de tierra sobre la región andina utilizando el adobe como parte de los elementos de construcción. A inicio el ser humano empezó a utilizar diferentes técnicas para encontrar el adecuado manejo a la tierra y utilizarla como material de construcción, cada técnica se modifica o varía de acuerdo a las condiciones del entorno a las que se enfrente, dentro de esto se encuentra el adobe que es elaborado a con arcilla, arena y agua y en otro caso se le incorpora paja moldeándolos en forma de bloques y secadas al sol. [2]

En el Perú las construcciones con adobe o tapial son muy comunes en las zonas rurales, pero también existe este tipo de viviendas en parte de la ciudad, sobre todo en la parte de la sierra peruana. Según el censo del 2017 dado por el INEI se concluyó que 2 millones 148 mil 494 viviendas son construidas con adobe quedando como el segundo material más usado en nuestro país, donde según el área urbana representa un 15.1 % y con respecto al área rural el material más predominante en las paredes de las viviendas es el adobe con un 69.5 %. [3]

Si bien es cierto el adobe es considerado uno de los elementos constructivos más utilizados para la construcción de viviendas en muchos países y 3 principalmente en nuestro país, pues este también presenta ciertas desventajas ya que las construcciones con adobe convencional son mucho más propensas a sufrir daños ante un sismo y desastres naturales y por ende generar el colapso de la vivienda.

Esto se ve reflejado en el terremoto que se dio en nuestro País el 23 de junio del 2001 donde afecto a una extensión territorial de 120 000 km² de los departamentos de Arequipa, Moquegua, Tacna y parte de Ayacucho. Este terremoto tuvo una magnitud de 6.9 grados en la escala de Richter, aproximadamente 15 minutos después del sismo se produjo un maremoto donde golpeo a la región de Arequipa en al menos 23 km de su extensión de manera violenta causando el colapso de las viviendas. Los daños causados no fueron los mismos para todos los departamentos, siendo el más afectado el

departamento de Moquegua ya que este presenta una precariedad y pobreza estructural en sus construcciones. Las construcciones que se realizaron de acuerdo a la norma E.030 del año 1997 no sufrieron daños, sin embargo, sectores del centro histórico de Moquegua y algunas de las zonas aledañas pobres colapsaron en su mayoría las viviendas de adobe. En parte del departamento de Tacna también sufrieron daños irreparables las construcciones de adobe. [4]

En un estudio realizado por la Pontificia Universidad Católica del Perú en donde se evaluó la exposición del adobe antes inundaciones para plantear su mejoramiento en donde se obtuvo como conclusión que los adobes convencionales colapsan fácilmente ante la acción erosiva del agua en un tiempo de aproximadamente 20 minutos considerada una falla frágil. Por ende, se recomienda no usar el adobe convencional donde sea más propenso la ocurrencia de inundaciones y lluvias. [5]

En un artículo en donde se analiza las ventajas y desventajas de las unidades de albañilería de tierra frente a eventos sísmicos nos muestra que las técnicas no convencionales tienen limitaciones estructuralmente. Sin embargo, existen varios estudios donde se han mejorado las cualidades de los adobes a base de tierra para ser más resistentes las estructuras. [6]

Teniendo en cuenta que los bloques de tierra es uno de los elementos de construcción más usados para fabricar las de viviendas del país ya sea por la facilidad para ser elaborados, por su bajos costo, por el proceso constructivo sencillo y ante la problemática ya expuesta la presenta investigación pretende mejorar las cualidades tanto físicas y mecánicas de los bloques de tierra estabilizándolas con cemento dado que al incorporar este material en su elaboración mejorara su resistencia tanto mecánica como física y así se evitara que las construcciones sean más propensas antes los desastres naturales como sismos e inundaciones.

Por lo expuesto anteriormente se dio solución la siguiente interrogante ¿Cómo influye la estabilización con cemento de los bloques de tierra en sus propiedades físicas y mecánicas frente a bloques de tierra convencionales?

La tesis se justifica de manera ambiental ya que para la elaboración de estas unidades de albañilería se necesita como materia prima a la tierra que es el material más abundante en el planeta. Para la extracción de este material no se necesita la utilización de maquinaria pesada por ende se evita la contaminación del medio ambiente producida por la combustión que genera el uso de esta maquinaria. La elaboración de estas unidades de albañilería es muy sencilla no se necesita de alguna maquina especial para realizarlos pon

ende este sería su mayor aportación al medio ambiente ya que no causa un impacto ambiental considerable.

La presente investigación, se justifica en su implicancia técnica, puesto que se obtendrán unidades de albañilería de tierra con mejores cualidades tanto es sus propiedades físicas como mecánicas, para ellos se propone la estabilización de estas unidades de albañilería incorporando cemento para su elaboración en ciertos porcentajes, esto hará que dichos elementos seas más óptimos para su uso como unidades en la construcción de viviendas.

La finalidad de la presente investigación con respecto a la sociedad pretende mejorar las construcciones donde se ocupe las unidades de albañilería de tierra estabilizadas con cemento ya que estas brindan mejor resistencia y durabilidad, dando así una mejor calidad de vida y seguridad para las personas que habitan en dichas viviendas. En lo económico para la elaboración de estas unidades de albañilería no se necesita mayor inversión ya que son de bajo costo y fáciles de elaborar sin la necesidad de contar con alguna maquinaria especial.

Por ende, el presente proyecto tiene como objetivo general evaluar cómo influye la estabilización con cemento de bloques de tierra en sus propiedades físicas y mecánicas frente a bloques de tierra convencionales. De la misma manera para lograr el objetivo general se plantearon los siguientes objetivos específicos: Realizar un análisis comparativo entre el índice de succión de las unidades de albañilería de tierra estabilizadas con cemento y las unidades de albañilería de tierra convencionales; comparar los porcentajes de absorción de los bloques de tierra estabilizada con cemento frente a los bloques de tierra convencionales; evaluar la resistencia a la compresión de los bloques de tierra estabilizadas con cemento y convencionales; determinar la resistencia a la tracción de los bloques de tierra estabilizadas con cemento y convencionales; realizar el ensayo de resistencia a la compresión del murete de unidades de albañilería de tierra estabilizadas con cemento frente a las unidades de albañilería de tierra convencionales; evaluar la resistencia del murete a la tracción indirecta de las unidades de albañilería estabilizadas con cementos y convencionales; evaluar la resistencia a la tracción del mortero tanto de bloques de tierra estabilizadas como las convencionales; evaluar la resistencia a inundación de los bloques de tierra estabilizadas con cemento y de los bloques de tierra convencionales y realizar un análisis económico entre los bloques de tierra estabilizadas con cemento y de los bloques de tierra convencionales.

Revisión de literatura

Antecedentes del problema

Se mencionan los diferentes estudios realizados con el proyecto de tesis “Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de los bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales”.

Un estudio similar se realizó en el año 2019 en la ciudad de Lima por la universidad Cesar Vallejo cuyo objetivo fue evaluar las propiedades resistentes del adobe estabilizado con cemento y asfalto frente a las unidades de adobe convencional. En dicho estudio se realizaron diferentes ensayos, uno de ellos fue el ensayo a la comprensión donde se realizó un análisis comparativo entre el adobe estabilizado con cemento frente al adobe convencional llegando a la conclusión que el adobe estabilizado con cemento posee mayor resistencia a la comprensión en comparación con el adobe convencional teniendo una resistencia de 11.37 %. Sin embargo, los adobes estabilizados con cemento en un porcentaje de 3, 6 y 9 % obtuvieron una resistencia de 11.56, 12,56, 13,80 kg/cm² respectivamente. Otro de los ensayos realizados fue el porcentaje de absorción donde de igual manera se realizó una comparación obteniendo como resultado que el adobe estabilizado con cemento con porcentajes de 6 y 9 % obtuvieron menor porcentaje de absorción dicho ensayo se realizó en un periodo de tiempo de 24 horas con resultado de 13.13 y 10.25 % respectivamente, sin embargo el adobe convencional y en adobe estabilizado con cemento en un porcentaje de 3 % no llegaron a soportar el ensayo de absorción quedando totalmente destrozados en ese periodo de tiempo. [7]

Los estudios realizados por Sánchez Chicama en el 2020 en donde se realizó un análisis entre los bloques de tierra comunes frente a los bloques de tierra mejorados con cemento. Se concluyó que al estabilizar los adobes convencionales con cemento es cantidad del 2 %, 4%, 6% y 8 % mejoran positivamente las propiedades físicas y mecánicas en comparación con el adobe convencional, obteniendo una resistencia a la comprensión hasta de 27.47 kg/cm², con respecto con la resistencia a la flexión se obtuvo hasta 9.06 kg/cm², una reducción de la capacidad de absorción de hasta 19.47 % y una resistencia a la comprensión de pilas se obtuvo hasta 8.10 kg/cm². Sin embargo, el que presento mejor comportamiento fue el adobe estabilizado con el 4 % de cemento, en donde la resistencia a la comprensión aumento en un 32.39 %, la resistencia a la flexión aumento en un 28.51 %, disminuyo la capacidad de absorción en un 11.54 % y la resistencia a la comprensión de pilas tuvo un aumento de 60.76 %. [8]

Otro estudio similar se desarrolló en el año 2020 en la ciudad de Lima por la universidad Cesar Vallejo donde se evaluó el comportamiento físico – mecánico en adobes estabilizados con cemento portland tipo I y adobe convencional, donde se determinó la resistencia a la compresión en cubos obteniendo una resistencia de 13.35 kg/cm² para el adobe patrón y el adobe estabilizado con cemento portland tipo I con porcentajes de 4 % y 7 % obtuvieron una resistencia a la compresión de 15.23 kg/cm² y 21.03 kg/cm² respectivamente. La resistencia a la tracción se realizó mediante probetas, obteniendo como resultado que el adobe patrón alcanzó una resistencia a la tracción de 1.16 kg/cm², mientras que el adobe estabilizado con cemento portland tipo I con porcentajes de 4 % y 7 % alcanzaron una resistencia a la tracción de 1.17 kg/cm² y 2.17 kg/cm² respectivamente. También se realizó la resistencia a la compresión en pilas, donde las pilas con el adobe patrón alcanzaron una resistencia a la compresión de 6.33 kg/cm², sin embargo, el adobe estabilizado con cemento portland tipo I con porcentajes de 4 % y 7 % alcanzaron una resistencia a la compresión en pilas de 7.58 kg/cm² y 8.45 kg/cm² respectivamente. Con respecto a la resistencia a tracción indirecta se realizaron ensayos en muretes de adobe patrón obteniendo una resistencia a tracción indirecta de 0.33 kg/cm², en cambio los muretes de adobe estabilizado con cemento portland tipo I con porcentajes de 4% y 7% alcanzaron una resistencia a tracción indirecta de 0.68 kg/cm² y 0.98 kg/cm² respectivamente. Para comprobar los porcentajes de absorción se mantuvo las muestras de adobe sumergidas en agua por un periodo de 24 h, en donde el adobe patrón alcanzo un porcentaje de absorción de 17 %, mientras que el adobe estabilizado con cemento portland tipo I con porcentajes de 4 % y 7 % alcanzaron un porcentaje de absorción de 12.13 % y 10. 80 % respectivamente. [9]

Bases teórico – científicas

La tierra como material de construcción - propiedades del barro

El barro como material de construcción no está estandarizado

La composición del barro depende del lugar de donde se extra ya que este puede tener diferentes cantidades de limo, arcilla, agregados y arena. Por ende, también su preparación y sus características pueden variar. [10]

El barro se contrae al secarse

Cuando se realiza el amasado se produce la evaporación, proceso en donde se activa la capacidad aglomerante de la arcilla la cual puede hacer aparecer fisuras. Debido a esto se produce retracción lineal que puede oscilar entre 3-12 % durante el periodo de secado. [10]

El barro no es impermeable

El barro al ser expuesto a lluvia o heladas cuando presentan en estado húmedo debe ser protegido. Si se trata de paredes estas deben estar protegidas con aleros, tratamientos superficiales o barreras impermeabilizantes. [10]

El barro como regulador de la humedad ambiental

En comparación con los demás materiales de construcción el barro tiene la capacidad de absorber la humedad, por eso actúa como regulador del clima interior. [10]

El barro tiene la propiedad de almacenar el calor

Como el barro es considerado un material denso, entonces tiene la propiedad de balancear el clima interior en zonas donde la temperatura presenta diferencias amplias. [10]

El barro actúa como ahorrador de energía y reduce la contaminación ambiental

El barro solo necesita el 1 % de energía para su preparación, transporte y elaboración, por ende, en comparación con otros materiales de construcción este no produce contaminación ambiental. [10]

El barro puede ser reutilizable

El barro crudo se puede utilizar cuantas veces se pueda, ya que para reutilizarlo solo se necesita ser triturado y humedecido, no será jamás un escombros que cause contaminación al medioambiente. [10]

El barro economiza materiales de construcción y reduce los costos de transporte

El barro usualmente se encuentra en las excavaciones en la gran mayoría de obras. Si esta tierra no contiene suficiente arcilla entonces se procede a mejorarla para mejorar su composición. [10]

El barro es utilizado para la autoconstrucción

Las construcciones con barro pueden ser hechas por personas no especializadas, basta con que la persona tenga experiencia controlando procesos de construcción. Además de eso para la ejecución de obras de barro se utilizan herramientas sencillas y económicas. [10]

El barro protege la madera y otros materiales orgánicos

El barro tiene una humedad de 0.4 a 6 % y tiene alta capilaridad por eso mantiene la madera y lo conserva al estar en contacto con este, por esto los hongos e insectos no pueden destruir la madera. [10]

El barro tiene la propiedad de absorber contaminantes

El barro contribuye a la purificación del aire de un ambiente interior, el barro tiene la capacidad de absorber contaminantes que estén disueltos en el agua. [10]

Adobe

Es un bloque que está compuesto de barro sin cocer, considerado uno de los materiales más utilizados para las construcciones en las zonas rurales en casas económicas conformadas por un solo piso. [11]

Masa de barro, que puede ser unidad con paja secada o estiércol secada al aire, utilizado para muros en construcciones de viviendas, el cual tiene forma de ladrillo, pero es mucho más grande. [12]

Adobe estabilizado

Es el bloque de tierra en el cual se ha agregado otros materiales (asfalto, cemento, cal, etc) con el fin de mejorar sus condiciones mecánicas como su resistencia y propiedades físicas ante la existencia de humedad. [13]

Estabilización

El un proceso mediante el cual se mejoran las características del suelo mediante diferentes procesos ya sea físicos o químicos. [14]

Estabilizadores minerales

Cemento

El cemento tiene la capacidad de actuar como estabilizador contra el agua en los suelos que tienen bajo contenido de arcilla. Cuando el cemento es añadido a la arcilla este

interrumpe las fuerzas aglutinantes de la arcilla trayendo como consecuencia la disminución de la resistencia a la compresión en comparación con un suelo sin cemento. Para obtener la máxima resistencia en suelos estabilizados con cemento se tiene que esperar alcanzar los 28 días. Los bloques de tierra estabilizadas con cemento deben ser curados por un periodo de 7 días como mínimo los cuales no deben secarse demasiado rápido, estos deben ser rociados con agua durante el proceso de curado. [10]

Al adicionar cemento al suelo este debe actuar mejorando sus propiedades sin llegar a tener características similares a la de los morteros hidráulicos. El cemento a utilizar puede ser de cualquier tipo, pero en general se recomienda los de fraguado rápido y endurecimiento normales. [14]

Fabricación de gaveras

Para la elaboración de adobes se necesitan moldes los cuales se llaman gaveras, las gaveras son hechas de madera, las cuales pueden ser cuadradas o rectangulares. El adobe al momento de secarse se encoge, por esto los moldes deben ser más grandes. [15]

Preparación del barro para los bloques de tierra

La tierra a utilizar tiene que ser buena, que contenga arena, agua y paja de 5 cm de largo. Se realiza el tamizado de la tierra en una zaranda, para evitar la presencia de piedras o restos, se acomoda la tierra en rumas y se incorpora agua hasta que se forme el barro, luego se deja dormir por 24 horas como mínimo. Una vez pasado el tiempo se realiza una mezcla entre barro paja y agua, que puede ser en proporciones de 5 latas de barro para 1 lata de paja y media de agua. [15]

Moldeo de adobes

Para el moldeo del adobe se empieza por humedecer el molde o gavera con agua, luego se coloca en el piso y se lanza el barro en forma de bolas hasta llenarla. Se compacta utilizando las manos o el pie en toda la superficie. Se empareja y luego se levanta la gavera con cuidado para que el adobe no se deforme. [15]

Secado

Es el proceso mediante el cual el agua que está en la tierra húmeda se evapora, este proceso se tiene que controlar para que la evaporación se dé lentamente, produciendo así que la arcilla y el barro adquieran resistencia mientras se contraen. [16]

Apilado de adobes

Después de diez días de la elaboración de adobes, se levanta los adobes de costado para que se sequen mejor, una vez seco estos se apilan en forma ordenada cerca de la vivienda donde se va a construir. [15]

Mortero

Es el material que sirve para unir los bloques de tierra en albañilería. Debe estar conformado por barro y paja o con arena gruesa y algunas veces con sustancias naturales espesas con el fin de evitar fisuras mediante su secado. [16]

Cemento

Es considerado un conglomerante hidráulico el cual es utilizado junto con agua formando una pasta pura, se utiliza con otros materiales para formar morteros y hormigón. El cemento más común y conocido es el cemento portland. [17]

Ensayos in situ

Prueba “cinta de barro”

Esta prueba nos permite conocer si el suelo presenta arcilla, la cual tiene una duración de 10 minutos. Se realiza tomando una muestra de barro la cual se humedece y permita formar un cilindro de 12 mm de diámetro, luego se coloca en una mano en donde se aplana poco a poco entre los dedos con el fin de formar una cinta de 4 mm de espesor la cual se dejará colgar, si esta alcanza 10 cm y 25 cm de longitud entonces el suelo es muy arcilloso, si llega a 10 cm o menos el suelo contiene poca arcilla. [16]

Prueba “Presencia de arcilla” o “Resistencia seca”

Esta prueba consiste en hacer cuatro bolitas con la tierra del lugar, a la cual se le agregará una mínima porción de agua. Dejar secar las cuatro bolitas por un periodo de 48 horas y presionar fuertemente con los dedos pulgar e índice, si una de las bolitas se agrieta se recomienda repetir la prueba en caso contrario el material es apto para la construcción. [16]

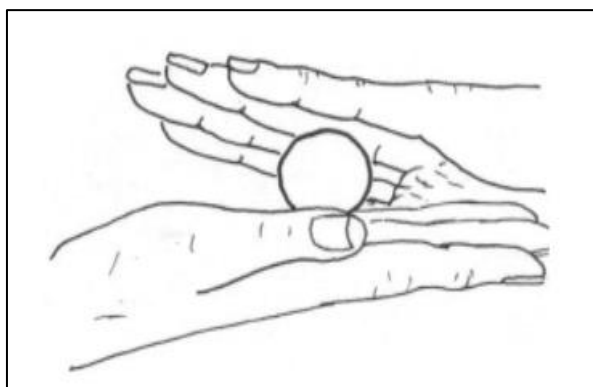


Ilustración 1: Prueba presencia de arcilla o resistencia seca
Fuente: Norma E.080



Ilustración 2: Prueba presencia de arcilla o resistencia seca
Fuente: Norma E.080

Ensayos de laboratorio para propiedades mecánicas

Resistencia del material de tierra a la compresión (ensayo de compresión en cubos)

Este ensayo se mide mediante cubos con arista de 10 cm. La cantidad de muestras será de seis, de las cuales se elegirá el promedio de las cuatro mejores muestras, estas deben ser igual o mayor a la resistencia última indicada. [16]

$$f_u = 1.0 \text{ Mpa} = 10.2 \text{ kgf/cm}^2$$

Resistencia del material de tierra a la tracción

Este ensayo se mide mediante el ensayo brasileño de tracción, elaborando cilindros de dimensiones 6"x12" o 15.24 cm x 30.48 cm de diámetro y largo. Las muestras deben tener un secado de 28 días las cuales tienen que estar cubiertas del sol y viento. Se debe elegir el promedio de las cuatro mejores muestras de seis, cumpliendo con la resistencia última. [16]

$$\text{Resistencia última} = 0.08 \text{ Mpa} = 0.81 \text{ kgf/cm}^2$$

Este ensayo consiste en la distribución de esfuerzos internos de manera horizontal sobre el eje diametral, aplicando una carga de compresión en la muestra cilíndrica. Para la ejecución de este ensayo se utiliza listones de madera delgada que van a estar en contacto los platos de la prensa, teniendo como función expandir la carga sobre todo el eje. [18]

Resistencia del mortero a la tracción

El ensayo se medirá mediante el ensayo de morteros a tracción indirecta, formando unión de dos adobes por medio de mortero de barro con o sin adición de aditivos naturales.

Las muestras serán seis de las cuales se elegirá el promedio de las cuatro mejores que tienen que ser igual o mayor a la resistencia última. [16]

$$\text{Resistencia última} = 0.012 \text{ Mpa} = 0.12 \text{ kgf/cm}^2$$

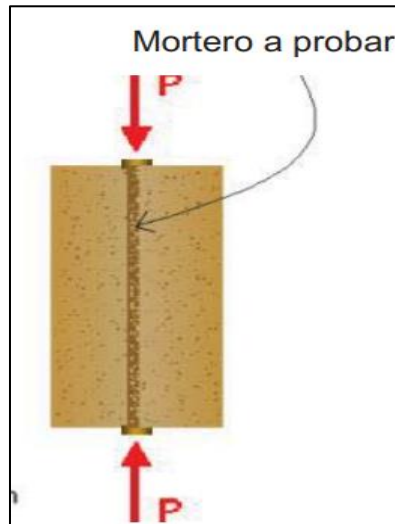


Ilustración 3: Ensayo de resistencia del mortero a la tracción
Norma E.080



Ilustración 4: Ensayo de resistencia del mortero
Norma E.080

En cuanto al cálculo para obtener los datos correspondientes se tiene en cuenta la siguiente formula:

$$\delta = a \times \left(\frac{P}{a * b} \right) \text{ kg/cm}^2$$

Donde:

P = viene a ser la carga máxima aplicada

a = ancho del bloque

b = largo del bloque

$$\alpha = 0.5$$

Resistencia del murete a la compresión

Para este ensayo se debe considerar que el murete de bloque de tierra debe ser tres veces la menor dimensión del adobe o tapial. Se realizarán seis muestras que deben tener 28 días de secado, de las cuales se elegirán el promedio las cuatro mejores donde estas deben cumplir con la resistencia última. [16]

$$Resistencia\ última = 0.6\ Mpa = 6.12\ kgf/cm^2$$

Para la ejecución de este ensayo se debe tener en cuenta la máquina de ensayo, antes de la colocación de los muros las caras de los platos de la máquina deben estar limpias, si es que ambas placas tanto inferior como superior no son suficientes para cubrir la muestra, se recomienda utilizar placas de acero con espesor más o menos igual a la distancia entre el borde del plato y la esquina más lejana que tiene la muestra. Cuando se coloca la muestra es necesario alinear los ejes centrales del espécimen con el centro de la aplicación de la carga. [19]

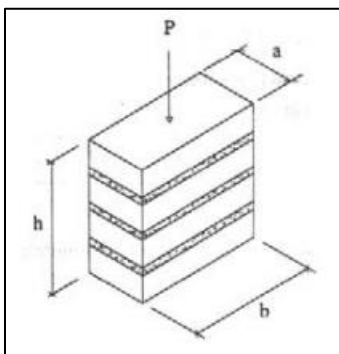


Ilustración 5: Ensayo del murete a la compresión
Fuente: Norma E.080

Para obtener los datos finales de los muros ensayados se tiene en cuenta la siguiente fórmula:

$$F'm = \left(\frac{P}{a \times b} \right) \times f'c \quad kg/cm^2$$

Donde:

P = Carga aplicada máxima

a = ancho de los bloques

b = largo del bloque

fc = Factor de corrección

Resistencia del murete a la tracción indirecta

También considerado ensayo de compresión diagonal es cual es de aproximadamente $0.65 \text{ m} \times 0.65 \text{ m} \times e_m$. Del cual se realizan seis muestras que se ensayaran una vez pasados los 28 días de secado, eligiéndose el promedio de las cuatro mejores muestras que cumplan o sean igual o mayor a la resistencia última. [16]

$$\text{Resistencia última} = 0.025 \text{ Mpa} = 0.25 \text{ kgf/cm}^2$$

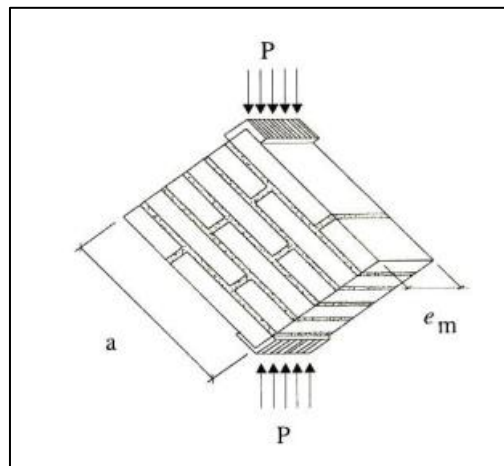


Ilustración 6: Ensayo del murete a la tracción indirecta
Fuente: Norma E.080

Para obtener los resultados de este ensayo se tiene en cuenta la siguiente formula:

$$f_t = \frac{P}{2ae_m} \quad \text{Esfuerzo admisible de corte } v_m = 0,4f_t$$

Donde:

P = carga aplicada sobre los muros

a = ancho del muro

em = espesor del muro

Ensayos de laboratorio para propiedades físicas

Ensayo de absorción

El ensayo de absorción consiste en secar cinco muestras en un horno con temperatura de 110°C A 115°C por un tiempo no menor de 24 horas, después del secado las muestras tendrán un periodo de enfriando de 4 horas como mínimo. Luego las muestras serán pesadas en una balanza para obtener su peso inicial seco. [20]

Luego pasarán por una prueba de sumersión por un periodo de 24 horas, esto consiste en sumergir la muestra en agua limpia, ya sea potable, destilada o agua de lluvia, para luego pesar los especímenes dentro de un tiempo de cinco minutos después de haber sido retirados del agua. [20]

La absorción se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\text{Absorción \%} = 100(W_S - W_D)/W_D$$

Donde:

W_D = Peso seco de la muestra.

W_S = Peso de muestra saturada, después de haber sido sumergida en agua fría.

Velocidad inicial de absorción (IRA)

Esta propiedad se realiza con el fin de ayudar en la manipulación del material cuando se va a realizar alguna construcción y también ayuda para la selección del mortero. Los resultados del IRA se obtienen mediante el ensayo de succión. [21]

Velocidad inicial de absorción(succión)

Este ensayo se realiza con el fin de mejorar la adherencia entre el mortero y las unidades de albañilería, ya que las investigaciones han demostrado que cuando las unidades de albañilería son asentadas con excesivas velocidades iniciales de absorción no se logran tener juntas fuertes e impermeables. Se debe tener en cuenta que el IRA en el campo depende del contenido de humedad de la unidad de albañilería y este se determina por el ensayo de succión. Por ende, las unidades de albañilería se deben humedecer antes de ser utilizadas para asentar, se recomienda humedecer la unidad de 3 a 24 horas para que la humedad se distribuya por esta. [21]

Periodo inicial de absorción (succión)

Procedimiento

Para este ensayo se utilizarán cinco especímenes los cuales tendrán un secado en el horno por 24 horas, una vez secados estos serán enfriados por un tiempo de cuatro horas como mínimo. [20]

Luego se utilizará una bandeja la cual está nivelada con un nivel de burbuja y se fijará la unidad de albañilería por encima de los soportes, una vez nivelado se le agregará agua a la bandeja la cual debe estar a $3 \text{ mm} \pm 0.25 \text{ mm}$ sobre los soportes, esto se realizará con un espécimen referencial. Después retirar el espécimen referencial y empezar a utilizar los

especímenes de prueba los cuales serán sujetados sobre los soportes por un tiempo de 1 minuto \pm 1 segundo, se retira la unidad de prueba pasado el tiempo especificado y se seca con un paño la superficie humedecida y se vuelve a pesar el cual se dará en un tiempo de 2 minutos. Tener en cuenta que el agua sobre los soportes siempre debe ser de 3 mm \pm 0.25 mm, la cual si es necesario se le tiene que agregar agua para mantener el nivel requerido. [20]

Calculo e informe del ensayo de succión

Para medir la diferencia de peso entre el peso inicial y final de los especímenes se tendrá en cuenta lo siguientes, si el área (largo x ancho) no diverge más de \pm 2.5 % de 200 cm², se debe reportar que el incremento de peso de cada muestra tiene una aproximación a 0,1 g, como el índice inicial de absorción en un minuto. [20]

En cambio, si el área difiere en más de \pm 2.5 % de 200 cm², se debe corregir el peso mediante la siguiente ecuación:

$$X = \frac{100W}{LB}$$

Donde:

X = diferencia de pesos corregida, sobre la base de 200 cm²

W = diferencia de pesos de la muestra en gramos

L = Longitud de la unidad de albañilería (cm)

B = Largo de la unidad de albañilería (cm)

Granulometría

Es la distribución de los tamaños que posee el agregado. La NTP 400.012 nos muestra el procedimiento que se debe llevar para la distribución mediante el tamizado, en el cual se obtiene la masa de la cantidad del agregado retenidas en los tamices, en donde luego se calcula la masa que se retiene y la masa que pasa, también los porcentajes parciales y acumulados. [22]

Curva granulométrica

La curva granulométrica viene a ser la gráfica de la granulometría en donde proporciona una vista más objetiva del tamaño de la distribución de los agregados. Esta curva se obtiene utilizando una gráfica en la cual la abscisa viene a ser los logaritmos de

las aberturas de los tamices y en las ordenadas va la cantidad en porcentaje que pasa o sus complementos a 100, que viene a ser los retenidos acumulados. [22]

Aparatos para el análisis granulométrico

- Balanzas
- Tamices
- Agitador mecánico de tamices
- Horno

Procedimiento

Se pone a secar la muestra de peso constante en el horno a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. seguidamente se seleccionan los tamices a utilizar teniendo en cuenta el material a ensayar, los tamices tienen que encajar de acuerdo a su orden de abertura que tiene que ser de manera decreciente desde la tapa hasta el fondo, una vez ordenado de esta manera se coloca la muestra en el tamiz superior y se empieza agitar. [23]

Continuar con el tamizado por un periodo suficiente, para que al final no más de 1 % de la masa del residuo sobre uno de los tamices, este pasara a través del tamiz durante un 1 min. Luego de esto se determina la masa de cada incremento de medida en una balanza, esta masa debe ser igual a la masa de la muestra que fue colocada sobre el tamiz. [23]

Cálculos

Calculamos la cantidad de material en porcentaje que pasa por el tamiz 0,074 (N°200) de la siguiente manera:

$$\% \text{pasa } 0,074 = \frac{\text{Peso total} - \text{Peso retenido en Tamiz } 0,074}{\text{Peso total}} \times 100$$

Para calcular el porcentaje retenido se hace de la siguiente manera:

$$\% \text{Retenido} = \frac{\text{Peso retenido en Tamiz}}{\text{Peso total}} \times 100$$

Para calcular el porcentaje más fino se aplica la siguiente formula:

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido Acumulado}$$

Para el porcentaje de humedad higroscópica se aplica la formula siguiente:

$$\% \text{ Humedad Higroscópica} = \frac{W - W_1}{W_1} \times 100$$

Donde: W= Peso del suelo secado al aire, W1= Peso del suelo secado en el horno.

Ensayo contenido de humedad

El contenido de humedad viene a ser el porcentaje del peso del agua de la masa dada del suelo, al peso dada de las partículas sólidas. El principio del método se basa en el peso del agua eliminada del suelo húmedo que se seca en un horno a 110 ± 5 °C. el peso de las partículas sólidas viene a ser el peso del suelo que queda del secado en el horno. [24]

Procedimiento

Primero se debe determinar y registrar la masa de un contenedor que este limpio y seco, luego seleccionar el espécimen húmedo a ensayar y colocarlo en el contenedor y pesarlo en una balanza. Luego colocar la muestra en el horno y dejarlo secar hasta que este se convierta en una masa constante. Mantenerlo en el horno a 110 ± 5 °C hasta lograr el secado. Luego que el material se encuentre secado a peso constante, se le saca del horno y se deja enfriar, para luego ser pesado nuevamente. [24]

Cálculos

Para calcular el contenido de humedad se aplica la siguiente formula:

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

$$W = \frac{M_{CWS} - M_{CS}}{M_{CS} - M_C} \times 100 = \frac{M_W}{M_S} \times 100$$

Donde:

M_{CWS} = es la cantidad en peso del contenedor más el suelo húmedo en gramos

W= contenido de humedad en porcentaje (%)

M_{CS} = viene a ser el peso del contenedor sumado el suelo secado en el horno, en gramos

M_C = viene a ser el peso del contenedor también en gramos

M_W = es el peso del agua en gramos

M_S = peso de las partículas sólidas en gramos

Límites de atterberg

Anteriormente se definió seis límites por Albert Atterberg para los agregados finos, pero para la ingeniería se utilizan normalmente el límite líquido, límite plástico y algunas veces el límite de contracción. [25]

Límite líquido (LL)

Viene a ser el contenido de humedad, la cual esta expresada en porcentaje, en donde el suelo esta entre el estado líquido y plástico. Esto se da cuando el surco separador de

dos mitades de un suelo se cierra en el fondo con una distancia de 13 mm el cual seria ½ pulgada, cuando se da 25 caídas de la copa a la altura de 1 cm. [25]

Procedimiento

Se coloca el suelo ya preparado en la copa del límite líquido, esta copa descansa sobre la base, luego se esparce hasta tener una profundidad de 10 mm en su punto más profundo aproximadamente, formando una superficie lo más horizontal posible. Luego con la ayuda de un acanalador se divide la muestra que está en la copa, haciendo una abertura entre el punto más alto y más bajo de la copa, luego manteniendo el acanalador contra la superficie de la copa realizar un arco. [26]

Luego levantar y soltar la copa en una velocidad de 1.9 a 2.1 golpes por segundo hasta que las dos mitades de la muestra estén en contacto con la base de la ranura. Registrar el número de golpes que son necesarios para cerrar la ranura. [26]

Límite plástico (LP)

Viene a ser el contenido de humedad, la cual esta expresada en porcentaje, en donde el suelo se encuentra entre el estado plástico y semisólido. También considerado el contenido de humedad más bajo en el cual el suelo es roloado en hilos de 1/8 pulgadas o 3.2 mm sin que este suelo se rompa en pedazos. [25]

Procedimiento

Primer se moldea la media parte de la muestra en forma de elipsoide, luego se forma cilindros con la ayuda de las manos, si antes de que el cilindro llegue al valor de 3,2 mm o 1/8” no se ha desmoronado, entonces se vuelve a repetir el proceso hasta que el suelo se desmorone llegando a ese diámetro. Luego de esto se obtiene porciones las cuales son colocadas en vidrios y se pesan previamente tarados, se continua con este proceso hasta reunir unos 6 gramos de suelo. [26]

Caculos

$$\text{Límite Plástico} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

Para el índice de plasticidad se aplica la siguiente formula:

$$I.P. = L.L - L.P.$$

Donde:

L.L= Límite Líquido

L.P= Límite Plástico

L.L y L.P, son números enteros

Peso específico

Viene a ser la relación de la densidad entre un material en relación a la densidad del agua a cierta temperatura. [27]

Procedimiento

Se seca la muestra a peso constante a una temperatura de 110 ± 5 °C. Luego sumergir la muestra en agua a una temperatura ambiente por un periodo de 24 horas, luego remover la muestra y ponerla sobre un paño haciéndola rodar sobre un paño grande y que absorbe, hasta lograr que desaparezca el agua, luego secar separándolos en fragmentos. Se obtiene el peso de la muestra bajo las condiciones de saturación con superficie seca. Se obtiene este peso y todos los demás. Luego de pesar se coloca la muestra en una cesta de alambre y se determina el peso en agua. Luego se seca la muestra peso constante a temperatura de 100 ± 5 °C, se deja enfriar y se vuelve a pesar. [26]

Cálculos

El peso específico de masa (Pem) se calcula de la siguiente manera:

$$P_{em} = \frac{W_0}{(V - V_a)} \times 100$$

Donde:

Pem = viene a ser el peso específico de masa

W0 = es el peso en el aire de la muestra que esta secada en el horno, expresada en gramos

V = es el volumen del frasco expresado en centímetros

Va = peso en gramos o el volumen expresado em cm³ del agua que es añadida al frasco

Peso específico de la masa saturado con superficie seca (Pesss)

$$P_{esss} = \frac{500}{(V - V_a)} \times 100$$

Peso específico aparente (Pea)

$$P_{ea} = \frac{W_0}{(V - V_a) - (500 - W_0)} \times 100$$

Absorción (Ab)

$$Ab = \frac{500 - W_0}{W_0} \times 100$$

NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA. MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO.

Esta norma nos señala los lineamientos que debemos tener en cuenta para las construcciones con tierra reforzada, teniendo en cuenta el diseño sismorresistente, las características mecánicas de los materiales que se va a utilizar, el reforzamiento y la reparación de estas edificaciones. [28]

NORMA TÉCNICA PERUANA. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayos de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Esta norma nos presenta todos los lineamientos que se van aplicar para el control de calidad de las unidades de albañilería de arcilla más conocidos como ladrillos. [20]

NORMA TÉCNICA PERUANA. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos).

La norma nos muestra los alcances y definiciones de los agregados, los cuales serán utilizados en la elaboración de concreto y mortero, también nos muestra su clasificación según la granulometría que presenta y su densidad de masa. [22]

NORMA TÉCNICA PERUANA. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos

Esta norma establece los lineamientos que se tienen que tener en cuenta para que los ladrillos cumplan lo especificado, y puedan ser usados en albañilería estructural y no estructural, teniendo en cuenta que su apariencia externa no es un requisito. [21]

NORMA TÉCNICA PERUANA. SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

Esta norma nos presenta los lineamientos a seguir para calcular o determinar el contenido de humedad en un suelo. [24]

NORMA TÉCNICA PERUANA. SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.

Esta norma nos presenta los lineamientos a seguir para encontrar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos. [25]

NORMA TÉCNICA PERUANA. AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.

Esta norma nos indica que pasos a seguir para determinar el peso unitario suelto o compactado de un agregado fino, grueso o una combinación de los dos, teniendo en cuenta que el tamaño máximo nominal del agregado debe ser de 150 mm. [29]

NORMA TÉCNICA PERUANA. Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

Nos presenta los procedimientos a seguir para determinar la densidad, densidad relativa y absorción del agregado fino. Determina la densidad de la porción esencialmente solida de una gran cantidad de agregado y nos muestra un promedio del valor que representa la muestra de estudio. [27]

MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES RD N°18 – 2016 – MTC/14

Este manual nos muestra los métodos y procedimientos para la ejecución de ensayos tanto en campo como en laboratorio, de todos los materiales que se usan en proyectos de infraestructura vial, con la finalidad que estos materiales cumplan con los estándares de calidad propuestos por las normas. [26]

NORMA TÉCNICA PERUANA. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para determinar la resistencia en compresión de prismas de albañilería.

Esta norma nos muestra los parámetros que se tienen que llevar a cabo para el ensayo de compresión en prismas de albañilería. [19]

Materiales y métodos

Tipo de investigación

El siguiente proyecto de tesis es experimental puesto que se busca evaluar cómo influye la estabilización de los bloques estabilizadas con cemento en sus propiedades tanto físicas como mecánicas, aceptando o rechazando la hipótesis propuesta mediante resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio.

Diseño de Investigación

La siguiente investigación viene a ser de tipo experimental, en el cual se tendrá en cuenta la medición y manipulación de variables, también la confrontación de los resultados obtenidos. Para lo obtención de resultados se tendrá en cuenta los ensayos de la norma técnica peruana E.080 de diseño y construcción de tierra reforzada, los cuales se plantearon con la finalidad de evaluar y comparar las muestras estabilizadas con cemento.

Hipótesis

La hipótesis que se plantea para es la siguiente: Los bloques de tierra estabilizada con cemento mejoran sus propiedades físicas y mecánicas frente bloques de tierra convencionales.

Diseño de contrastación de la Hipótesis

La siguiente investigación tiene como diseño de contratación de hipótesis la evaluación comparativa mediante ensayos, dichas comparaciones son de tipo experimental en la cual se evaluará el proceder de los bloques de tierra y muros tradicionales de la zona de estudio en comparación con los bloques de tierra estabilizadas con cemento.

Población, muestra de estudio y muestreo

Población

La población está comprendida por bloques de tierra (adobes) con dimensiones de 40x20x10 cm, de los cuales una cantidad está conformada por bloques de tierra convencionales, y el resto son bloques estabilizadas con cemento en porcentajes de 3%, 5% y 8% con respecto al volumen de adobe. El lugar de fabricación de las unidades de tierra son el distrito de Sókota, en donde es de uso común para la construcción de viviendas y también existen diferentes tipos de suelos los cuales cumplen con las características necesarias para la elaboración de los bloques de tierra. en total se elaboraron 672 bloques entre convencionales y estabilizados, también se realizaron 24

probetas de las cuales 6 son de material de adobe convencional y 18 de adobe estabilizado en los porcentajes propuestos.

Muestra

La muestra de la investigación son los bloques tanto convencionales como estabilizadas con cemento, las cuales se utilizarán en los ensayos para evaluar sus propiedades tanto físicas como también mecánicas.

Muestreo

El muestreo en la investigación es no probabilístico, porque el valor numérico es el mismo que las muestras y la población, esto significa que toda la muestra de la población de bloques de tierra forma parte de la muestra.

Criterios de selección

En la norma peruana E.080 de diseño y construcción con tierra reforzada nos indican los alcances y los ensayos que se tienen que realizar indicando las especificaciones y metodología a seguir, en donde nos muestran la cantidad de ensayos y especímenes a llevar cabo. Sin embargo, también se tendrán en cuenta otros ensayos que no están considerados en esta norma.

Para el ensayo de absorción se ensayarán 24 unidades como se muestra en la tabla 1, de los cuales 6 bloques son convencionales, 6 son estabilizadas con cemento al 3 %, 6 estabilizadas con cemento al 5% y 6 estabilizadas con cemento al 8 %.

Tabla 1: Muestras - ensayo de absorción

ENSAYO	Bloques de tierra convencionales	Bloques de tierra estabilizados con cemento		
		3%	5%	8%
ABSORCIÓN	6	6	6	6
TOTAL DE UNIDADES	24			

Para el ensayo de succión se ensayarán 24 unidades como se muestra en la tabla 2, de los cuales de los cuales 6 bloques son convencionales, 6 son estabilizadas con cemento al 3%, 6 son estabilizadas con cemento al 5% y 6 estabilizadas con cemento al 8%.

Tabla 2: Muestras - ensayo succión

ENSAYO	Bloques de tierra convencionales	Bloques de tierra estabilizados con cemento		
		3%	5%	8%
ABSORCIÓN	6	6	6	6
TOTAL DE UNIDADES		24		

Para en el ensayo de resistencia del material de tierra a la compresión en cubos se utilizaron 24 cubos como se muestra en la tabla 3, de los cuales 6 fueron de material de tierra convencional y 18 de material estabilizados con cemento en dosificación de 3%, 5% y 8% respectivamente.

Tabla 3: Muestras - ensayo de resistencia a la compresión (cubos)

ENSAYO	Bloques de tierra convencionales	Bloques de tierra estabilizados con cemento		
		3%	5%	8%
RESISTENCIA DEL MATERIAL DE TIERRA A LA COMPRESIÓN (CUBOS)	6	6	6	6
TOTAL DE UNIDADES		24		

Para el ensayo de resistencia de resistencia del material de tierra a la tracción se debe medir mediante el ensayo brasileño de tracción, teniendo como muestra 24 cilindros como se muestra en la tabla 4 con dimensiones de 6"x12" o 15.24 cm x 30.84 cm correspondiente al diámetro y largo de la muestra, de los cuales 6 son de material de tierra convencional y 18 de material de tierra estabilizado con cemento en 3%, 5% y 8% como corresponda.

Tabla 4: Muestra muestras del ensayo brasileño de tracción (probetas)

ENSAYO	Bloques de tierra convencionales	Bloques de tierra estabilizados con cemento		
		3%	5%	8%
RESISTENCIA DEL MATERIAL DE TIERRA A LA COMPRESIÓN (ensayo brasileño de tracción)	6	6	6	6
TOTAL DE UNIDADES		24		

En el ensayo para medir la resistencia a la tracción indirecta del mortero se utilizarán 12 bloques de tierra como se muestra en a tabla 5, los bloques son convencionales unidos en probetas de dos adobes, en este ensayo solo se utilizarán dichos bloques.

Tabla 5: Muestra de ensayo de resistencia a la tracción del mortero

ENSAYO	Bloques de tierra convencionales
RESISTENCIA DEL MORTERO A LA TRACCIÓN INDIRECTA	12
TOTAL DE UNIDADES	12

Para el ensayo de resistencia del murete a la compresión se utilizarán 144 especímenes como se muestra en la tabla 6, de las cuales 36 son de bloques convencionales, 36 son de bloques estabilizados al 3%, 36 de bloques estabilizadas al 5% y 36 de bloques estabilizadas al 8%.

Tabla 6: Muestra de la resistencia del murete a la compresión

ENSAYO	Bloques de tierra convencionales	Bloques de tierra estabilizados con cemento		
		3%	5%	8%
RESISTENCIA DEL MURETE A LA COMPRESIÓN	36	36	36	36
TOTAL DE UNIDADES	144			

Para en ensayo de resistencia del murete a la tracción indirecta se utilizarán 216 bloques como se muestra en la tabla 7, de los cuales 54 son bloques convencionales, 54 bloques estabilizadas al 3%. 54 bloques estabilizadas al 5% y 54 bloques estabilizadas al 8%.

Tabla 7: Muestra para ensayo de resistencia a la tracción indirecta del murete

ENSAYO	Bloques de tierra convencionales	Bloques de tierra estabilizados con cemento		
		3%	5%	8%
RESISTENCIA DEL MURETE A LA TRACCIÓN INDIRECTA	54	54	54	54
TOTAL DE UNIDADES	216			

Para la simulación de inundación se utilizarán 208 bloques como se muestra en la tabla 8, de los cuales 52 serán de los bloques convencionales y lo demás de bloques de tierra estabilizados.

Tabla 8: Muestra para la simulación de inundación

ENSAYO	Bloques de tierra convencionales	Bloques de tierra estabilizados con cemento		
		3%	5%	8%
Simulación de inundación	52	52	52	52
TOTAL DE UNIDADES	208			

Los especímenes a ensayar tienen las dimensiones de 40x20x10 cm y son fabricados en el Distrito de Súcota. Teniendo en cuenta que los bloques de tierra convencionales son elaborados con tierra, paja y agua y los bloques de tierra estabilizados con cemento son estabilizados con cemento en dosificaciones de 3%, 5% y 8% para realizar los ensayos correspondientes.

Para facilitar el análisis de datos se denominó la dosificación de la siguiente manera:

S100-C0: Bloque de tierra convencional

S97-C3: Bloque de tierra estabilizado con cemento al 3%.

S95-C5: Bloque de tierra estabilizado con cemento al 5%.

S92-C8: Bloque de tierra estabilizado con cemento al 8%.

Operacionalización de Variables

Variable independiente: cemento

Tabla 9: Variable independiente

VARIABLE	INDICADOR	RANGO DE APLICACIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	METODO DE MEDICIÓN (INSTRUMENTO, ENSAYO, NTP)
Cemento	Porcentaje de cantidad de cemento	3%, 5% y 8 %	Porcentaje (%)	Balanza

Variables dependientes: propiedades físicas y propiedades mecánicas.

Tabla 10: Variables dependientes

<i>VARIABLE</i>	<i>DIMENSIÓN</i>	<i>INDICADOR</i>	<i>UNIDAD DE MEDIDA</i>	<i>METODO DE MEDICIÓN (INSTRUMENTO, ENSAYO, ...)</i>
Propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de tierra estabilizadas con cemento	Propiedades físicas	Succión	% gr/200 cm ²	Métodos de muestreo y ensayos de ladrillos de arcilla en albañilería - NTP 399.604 Y NTP 399.613
		Absorción	% Ab	Métodos de muestreo y ensayos de ladrillos de arcilla en albañilería - NTP 399.604 Y NTP 399.614
		Resistencia a inundación	tiempo de desplome del muro	Posas de inundación
	Propiedades Mecánicas	Resistencia del material de tierra a la compresión	kgf/cm ²	Ensayo a la compresión de la unidad, NTP E 080
		Resistencia del material de tierra a la tracción	kgf/cm ²	Ensayo a La tracción de la unidad , NTP E 0.80
		Resistencia del murete a la compresión	kgf/cm ²	Ensayo de compresión . Muretes de adobe o tapial, NTP E.080
		Resistencia del murete a la tracción indirecta	kgf/cm ²	Ensayo a la compresión diagonal o tracción indirecta, NTP E.080
		Resistencia del mortero a la tracción	kgf/cm ²	Ensayo a la compresión diagonal o tracción indirecta, NTP E.080

VARIABLES INTERVINIENTES

Tabla 11: Variables intervinientes

<i>VARIABLE</i>	<i>METODO DE MEDICIÓN (INSTRUMENTO, ENSAYO, NTP)</i>
Análisis granulométrico	Ensayo de granulometria NTP 400 012
Contenido de humedad	Ensayo contenido de humedad NTP
Límites de ATTERBERG	Ensayo de Laboratorio NTP
Peso específico	Ensayo para determinar el peso específico NTP
Peso unitario	Ensayo para determinar el peso unitario NTP

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Observación directa:

La observación directa se realizó mediante los sentidos, es decir estando presente en el lugar donde está la realidad de lo que se necesita averiguar.

Análisis de Documentos:

Se realizó mediante el análisis de bibliografías y documentos en donde expresan la realidad problemática o situación actual de las construcciones de bloques de tierra, del mismo las dificultades que presenta esta técnica de construcción. También los estudios pasados o actuales en donde se buscó mejorar las condiciones de los bloques de tierra.

Fuentes y programas

Fuentes:

Las fuentes encontradas con respecto al tema, ya sea antecedentes de estudios realizados previamente o artículos científicos.

- Norma E.080 Diseño y construcción de tierra reforzada.
- Reglamento Nacional de edificaciones (RNE).2016.
- Normas Técnicas Peruana (NTP).
- Manual de ensayo de materiales

Programas:

Los programas que se utilizaran son los siguientes: Excel, Word y Power point

Ensayos de laboratorio

Pruebas de ensayos In Situ

- Prueba “Cinta de barro”

- Prueba “Presencia de arcilla” o “Resistencia seca”

Pruebas de ensayos en laboratorio

- Límite líquido
- Límite plástico
- Índice de plasticidad
- Contenido de humedad
- Peso específico
- Granulometría

Ensayos a los bloques de tierra

Ensayos físicos

- Ensayo de absorción
- Ensayo de succión

Ensayos mecánicos

- Resistencia del material tierra a la compresión (cubos)
- Resistencia del material tierra a la tracción (ensayo brasileño de tracción)
- Resistencia del mortero a la tracción indirecta
- Resistencia del murete a la compresión
- Resistencia del murete a la tracción

Procedimientos

Lugar de elaboración de bloques de tierra

El lugar de fabricación de los bloques de tierra fue en el distrito de Súcota, provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca, se consideró este lugar ya que la gran mayoría de viviendas son construidas con bloques de tierra como material de construcción y existe diferentes canteras con material apto para la fabricación de dichos bloques.



Ilustración 7: Lugar de fabricación de los bloques de tierra

Selección de suelo para la elaboración de los bloques de tierra

La norma E.080 de diseño y construcción con tierra reforzada nos recomienda que el suelo a utilizar para la fabricación de bloques de tierra tiene que contener la presencia de arcilla mediante la prueba de cinta de barro y la prueba de presencia de arcilla o resistencia seca. En el distrito de Súcota se seleccionaron 3 muestras de diferentes lugares para obtener el suelo más adecuado para la elaboración de bloques, de las cuales también se realizó su granulometría para la clasificación del suelo y elegir el material más óptimo y apto para la fabricación.

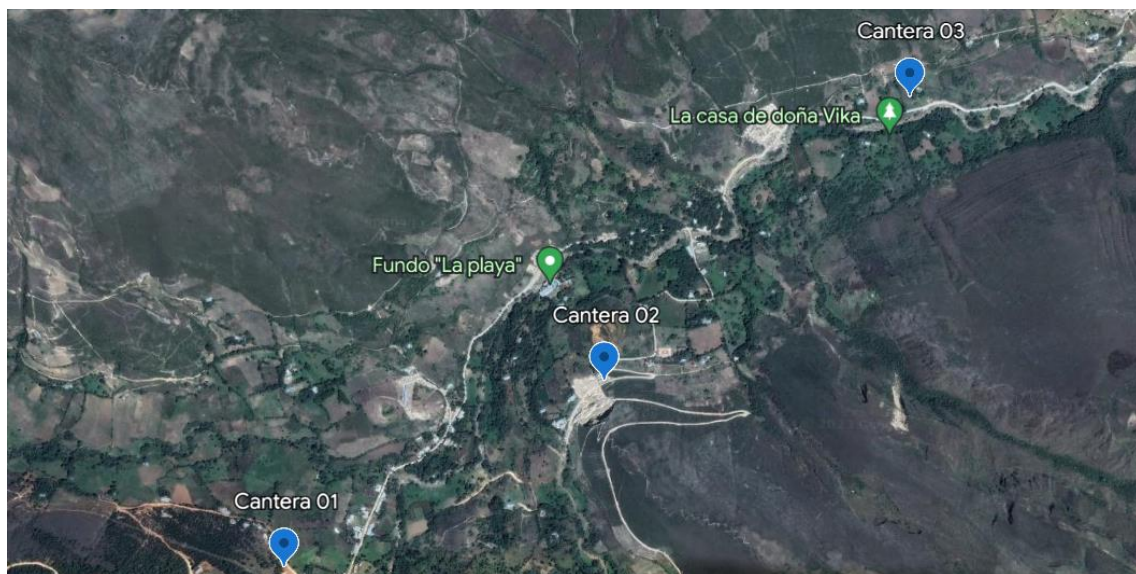


Ilustración 8: Ubicación de las canteras

Pruebas de control de presencia de arcilla in Situ

Una vez ubicadas las tres canteras de donde se obtendrá el material para la elaboración de bloques de tierra se procedió a realizar las pruebas in Situ.

Prueba “cinta de barro”

Para elaboración de esta prueba se siguió las recomendaciones especificadas en la norma E.80.



Ilustración 9: Prueba cinta de barro cantera 01, 02 y 03 respectivamente

En esta prueba el material de tierra que más longitud tuvo al momento de ser descolgada fue la cantera 02, por ende, es el material que cumple con lo especificado en la norma.

Prueba “Presencia de arcilla” o “Resistencia seca”

Para la elaboración de esta prueba se siguió las indicaciones de la norma E.080 en donde se formó cuatro bolitas de tierra por cada tipo de tierra a las cuales se le agregó una cierta cantidad de agua y se dejó secar por 48 horas para luego presionar para ver si estas se fisuran o no, entonces poder seleccionar la tierra más adecuada.



Ilustración 10: Elaboración de bolitas para "Prueba de presencia de arcilla"



Ilustración 11: Cantidad de bolitas por cada muestra



Ilustración 12: Prueba de " Presencia de arcilla"

En esta prueba las tres canteras cumplen con lo especificado en la norma, porque ambas resisten la presión después de haber dejado en proceso de secado por 48 horas.

Pruebas en laboratorio para la clasificación del suelo

Ensayo de granulometría

Se pesa 200 gramos de la muestra seca, se satura con agua y se deja por 24 horas, luego se pasa a lavar por la malla N° 200 y lo que queda se pone al horno por 24 horas y luego se pasa por los tamices correspondientes.



Ilustración 13: Ensayo de granulometría



Ilustración 14: Ensayo granulometría

Contenido de humedad

Para este ensayo se utilizó un recipiente, y se toma un poco de material y se pesa en una balanza, después se pone al horno por 24 horas y se vuelve a pesar.

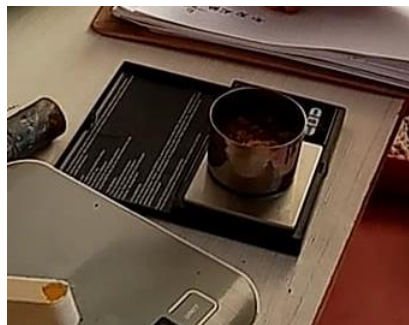


Ilustración 15: Ensayo contenido de humedad

Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad

Se utiliza la muestra secada al horno previamente, se pasa por la malla N°40 y se realiza el procedimiento explicado anteriormente.



Ilustración 17: Ensayo Límite Líquido



Ilustración 16: Ensayo Límite plástico

Peso específico

El ensayo se realizó teniendo en cuenta el procedimiento que se explica anteriormente.



Ilustración 18: Ensayo peso específico

Selección del suelo más adecuado

Una vez obtenido el análisis granulométrico y las pruebas in situ de las tres muestras, se eligió la cantera 02 para la elaboración de adobes ya que según la clasificación de suelo es una arena arcillosa de tipo bueno, y también es la que mejor cumple con los ensayos in situ descritos anteriormente.

Elaboración de los bloques de tierra

Selección de las dimensiones del bloque de tierra

El bloque de tierra fue de 40 x 20 x 10 cm, cumpliendo con lo que indica la norma, la cual nos indica que el adobe rectangular debe cumplir que su largo sea dos veces su ancho, y debe tener una altura de 0.08 m y 0.12 m.



Ilustración 19: Adobera o gavera

Elaboración de bloques de tierra convencionales

Se procedió a cernir la tierra antes de ser utilizada para la elaboración de los bloques de tierra.



Ilustración 20: Zarandeo del material

Una vez cernida la tierra se procedió a preparar el barro y someterla a un proceso de hidratación o dormido del material en un tiempo de 48 horas, esto permitirá que la arcilla active sus partículas.



Ilustración 21: Proceso de hidratación del material

Luego del proceso de hidratación, se amasa la tierra incorporándolo paja cortada de 5 cm de largo, con la finalidad de controlar las fisuras.



Ilustración 22: Preparación de la paja



Ilustración 23: Preparación del barro para la elaboración de bloques de tierra

Luego se elaboró los bloques de tierra, los cuales se les dejó secar por 28 días para sus ensayos correspondientes.



Ilustración 24: Elaboración de los bloques de tierra convencionales

Elaboración de bloques de tierra estabilizados con cemento

Para determinar la cantidad de cemento a utilizar se calculó el volumen por unidad de adobe, teniendo en cuenta sus dimensiones.

Dimensiones de los bloques de tierra: 40x20x10.

$$\text{Volúmen por unidad de adobe} = 0.4 \times 0.2 \times 0.1 = 0.008m^3$$

Como para cada dosificación se harán 168 bloques de tierra, entonces el volumen total por todos los bloques es:

$$\text{Volúmen total} = 0.008 \times 168 = 1.344m^3$$

Teniendo en cuenta el peso específico de la cantera elegida, el cual es de 2.39 tn/m³, se calculó lo siguiente:

$$\text{Peso específico cantera 02} = 2.39 \frac{tn}{m^3} \times \frac{1000kg}{1tn} = 2390 \frac{kg}{m^3}$$

❖ Cantidad de cemento para el porcentaje de 3% por metro cúbico de tierra.

$$\text{Cantidad de cemento por metro cúbico al 3\%} = \frac{2390 \times 3}{100} = 71.7 \frac{kg}{m^3}$$

Entonces, la cantidad de tierra a utilizar para el porcentaje de 3% de cemento viene a ser:

$$\text{Cantidad de tierra para 3\% de cemento} = 2390 - 71.7 = 2318.3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Como el volumen total para los bloques de tierra es de 1.344 m³, entonces calculamos la cantidad de tierra y el cemento total a utilizar para la dosificación de 3%.

$$\text{Total de tierra a utilizar} = 2318.3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1.344 \text{m}^3 = 3115.80 \text{kg}$$

$$\text{Total de cemento para dosificación 3\%} = 71.7 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1.344 \text{m}^3 = 96.36 \text{kg}$$

❖ Cantidad de cemento para el porcentaje de 5% por metro cubico de tierra.

$$\text{Cantidad de cemento por metro cúbico al 5\%} = \frac{2390 \times 5}{100} = 119.5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Entonces, la cantidad de tierra a utilizar para el porcentaje de 5% de cemento viene a ser:

$$\text{Cantidad de tierra para 5\% de cemento} = 2390 - 119.5 = 2270.5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Como el volumen total para los bloques de tierra es de 1.344 m³, entonces calculamos la cantidad de tierra y el cemento total a utilizar para la dosificación de 5%.

$$\text{Total de tierra a utilizar} = 2270.5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1.344 \text{m}^3 = 3051.55 \text{kg}$$

$$\text{Total de cemento para dosificación 5\%} = 119.5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1.344 \text{m}^3 = 160.61 \text{kg}$$

❖ Cantidad de cemento para el porcentaje de 8% por metro cubico de tierra.

$$\text{Cantidad de cemento por metro cúbico al 8\%} = \frac{2390 \times 8}{100} = 191.2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Entonces, la cantidad de tierra a utilizar para el porcentaje de 8% de cemento viene a ser:

$$\text{Cantidad de tierra para 8\% de cemento} = 2390 - 191.2 = 2198.8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Como el volumen total para los bloques de tierra es de 1.344 m³, entonces calculamos la cantidad de tierra y el cemento total a utilizar para la dosificación de 8%.

$$\text{Total de tierra a utilizar} = 2198.8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1.344 \text{m}^3 = 2955.19 \text{kg}$$

$$\text{Total de cemento para dosificación 8\%} = 191.2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1.344 \text{m}^3 = 256.97 \text{kg}$$

Una vez calculada la cantidad de cemento a utilizar, se continuo con la preparación de la tierra de la misma manera que se hizo para los bloques convencionales, en donde se utilizó la tierra cernida y se hidrató por 48 horas.



Ilustración 25: Hidratación de la tierra

A diferencia de los bloques de tierra convencionales la elaboración de los bloques de tierra estabilizadas una vez pasada las 48 horas se realizó por carretillas, en donde para el 3%, 5% y 8% se le incorporó 8.03 kg, 13.38 kg y 21.41 kg respectivamente por carretilla.



Ilustración 26: Preparación de la mezcla para la elaboración de bloques de tierra estabilizados

Una vez hecha la mezcla donde se incorporó, tierra, cemento paja y agua, se procedió a elaborar los bloques de tierra estabilizados.



Ilustración 27: Elaboración de los bloques de tierra estabilizados

A diferencia de los bloques de tierra convencionales, a los bloques de tierra estabilizadas con cemento se tiene que realizar un curado como mínimo por 7 días, el curado consiste en rociar agua sobre los bloques.



Ilustración 28: Curado de los bloques de tierra estabilizados

Una vez elaborado los bloques de tierra tanto convencionales como estabilizados se dejó secar por 28 días y se transportaron a la ciudad de Chiclayo para realizar sus ensayos tanto físicos como mecánicos en los laboratorios de la universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo y también en laboratorio externo a la universidad.



Ilustración 29: Transporte de los bloques de tierra

Ensayos físicos de los bloques de tierra convencionales y bloques de tierra estabilizados con cemento.

Ensayo de succión

Para este ensayo se utilizaron 24 bloques de tierra, los cuales se les puso al horno por 24 horas, para luego obtener su peso de cada unidad a ensayar.



Ilustración 30: Ensayo de succión



Ilustración 31: Ensayo de succión – peso de los bloques de tierra después de sacar del horno



Ilustración 32: Ensayo de succión - nivelación de la bandeja y colocación del bloque en la bandeja con agua



Ilustración 33: Ensayo de succión - peso después de sumergirse en agua

Ensayo de absorción

Para este ensayo se utilizó 24 bloques de tierra, los cuales se procedió a pesarlos.



Ilustración 34: Ensayo de absorción

Luego de ser pesado los especímenes, se sumergieron en los moldes con agua por 24 horas.



Ilustración 35: Ensayo de absorción - muestras sumergidas en agua

Luego de 24 horas, se sacó del agua las muestras y se volvieron a pesar. Los bloques de tierra convencionales se hicieron barro, las cuales ya no les pudo pesar, en cambio los bloques de tierra estabilizados con cemento si salieron enteras, por ende, si se pudo pesar.



Ilustración 36: Ensayo de absorción - pesado de la muestra después de sacarla del agua

Ensayos mecánicos de los bloques de tierra convencionales y bloques de tierra estabilizados con cemento.

Ensayo de compresión del material en cubos

Para este ensayo se cortaron cubos de 0.1 metros de arista de los mismos adobes, de los cuales por cada dosificación se utilizaron 6 cubos para su ensayo respectivo, siendo en total 24 cubos que se ensayaron.



Ilustración 37: Ensayo de compresión del material en cubos - muestras a ensayar



Ilustración 38: Ensayo compresión en cubos - muestra ensayada

Ensayo brasileño de tracción – resistencia del material de tierra a la tracción

Para este ensayo se elaboraron 24 cilindros de 6” x 12”, de los cuales por cada dosificación se utilizaron 6 cilindros para su ensayo respectivo.



Ilustración 39: Ensayo brasileño de tracción - probetas cilíndricas



Ilustración 40: Ensayo brasileño de tracción – muestra ensayada

Ensayo de morteros a tracción indirecta

Para este ensayo se elaboraron seis probetas de dos bloques de tierra unidos por mortero de barro, los cuales se dejaron secar por 28 días para luego ser ensayados.



Ilustración 41: Ensayo de morteros a tracción indirecta - muestras a ensayar



Ilustración 42: Ensayo de morteros a tracción indirecta - muestra ensayada

Ensayo de resistencia del murete a la compresión

Para este ensayo se elaboraron 24 pilas, cada pila está formada por seis bloques de tierra unidos por mortero y tienen 65 centímetros de altura, los cuales se dejaron secar por 28 días para ser ensayadas.



Ilustración 43: Ensayo Resistencia del murete a la compresión – elaboración de pilas



Ilustración 44: Ensayo Resistencia del murete a la compresión - muestra ensayada

Ensayo de Resistencia del murete a la tracción

Para este ensayo se elaboraron 24 muros, cada muro está formada por nueve bloques de tierra unidos por mortero, tienen una altura y ancho de 65 centímetros los cuales se dejaron secar por 28 días para ser ensayadas.



Ilustración 45: Ensayo de Resistencia del murete a la tracción - elaboración de muros

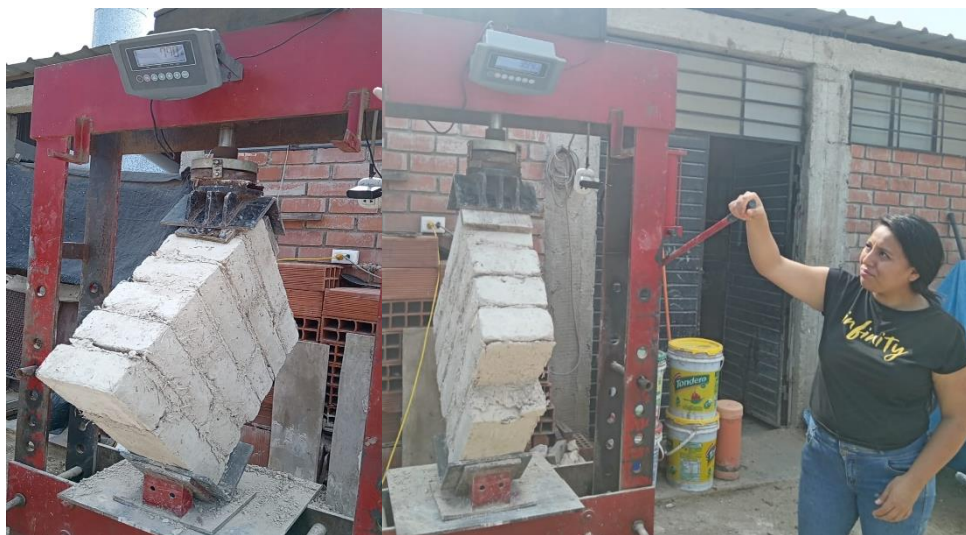


Ilustración 46: Ensayo de Resistencia del murete a la tracción - muestra ensayada

Simulación de inundación

Para realizar la simulación de inundación se requiere realizar cuatro pozas las cuales fueron construidas con características siguientes en las secciones interiores de 1.9 x 0.4 metros, con una altura de 0.30 metros. Estas pozas se hicieron en el distrito de Sókota

lugar donde se elaboró los bloques de tierra, las cuales fueron impermeabilizadas con plástico azul doble cara.



Ilustración 47: Pozas impermeabilizadas para simulación de inundación

Luego de haber impermeabilizados las pozas, se construyeron cuatro muros por cada dosificación, uno de bloque de tierra normal, y los otros tres fueron muros estabilizados al 3%, 5% y 8% de cemento, con dimensiones 1.65 x 1.30 de largo y altura respectivamente con espesor de 0.20 metros.



Ilustración 48: Construcción de los muros patrón y estabilizados al 3%, 5% y 8%

Una vez construidos los cuatro muros se dejaron secar por un periodo de 28 días para luego ser inundados. La cantidad de agua que se puso a las pozas se calculó teniendo en cuenta las dimensiones tanto de las pozas como de los muros de la siguiente manera:

Tabla 12: Dimensiones de las pozas de inundación

DIMENSIONES DE LAS POZAS	
Largo (m)	1.9
Ancho (m)	0.4
Altura (m)	0.3

Tabla 13: Dimensiones de los muros para inundación

DIMENSIONES DE LOS MUROS	
Largo Promedio (m)	1.65
Ancho Promedio (m)	0.2
Altura Promedio (m)	1.35

Cantidad de agua que se puso a las pozas de inundación:

$$\text{Área de poza} = 1.9 \times 0.4 = 0.76 \text{ m}^2$$

$$\text{Área del muro} = 1.65 \times 0.2 = 0.33 \text{ m}^2$$

$$\text{Área de inundación} = 0.76 - 0.33 = 0.43 \text{ m}^2$$

Considerando una altura de agua en las pozas de inundación de 0.18 metros, entonces calculamos la cantidad de agua en m³.

$$\text{Volúmen de agua} = 0.43 \times 0.18 = 0.0774 \text{ m}^3$$

$$\text{Volúmen de agua (L)} = 0.0774 \times 1000 = 77.4 \text{ litros}$$

Sabiendo que la cantidad de agua que se tiene que poner a las pozas de inundación es de 77.4 litros, entonces se procede a inundar los muros.



Ilustración 49: Inundación de los muros

Una vez inundado los muros se empezó a medir la capilaridad y la absorción de los cuatro muros de manera simultánea con ayuda de una cinta métrica, tener en cuenta que los muros se inundaron a las 10:30 am, los cuales en las primeras dos horas se midieron cada 10 minutos ya que al inicio la capilaridad y absorción se da de manera más rápida. Luego se tomó medidas cada una hora por tres días, pasado los tres días se midieron cada día a la misma hora del inicio de inundación.



Ilustración 50: Medición de la capilaridad y absorción

El muro de bloques de tierra patrón, se derrumbó a las a las 2 horas 20 minutos de haber sido inundado, mientras que el muro de bloques de tierra estabilizados con 3% de cemento se derrumbó a las cinco horas de haber sido inundado, el muro de bloques de tierra estabilizados con 5% de cemento se derrumbó a las ocho horas de haber sido inundado y por último es muro estabilizado con 8% de cemento se derrumbó a los 29 días de haber sido inundado. Es necesario recalcar que los 10 días se incorporó nuevamente agua al muro con 8% de cemento.



Ilustración 51: Desplome del muro de bloques de tierra patrón



Ilustración 52: Desplome del muro de bloque de tierra estabilizada con 3% de cemento



Ilustración 53: Desplome del muro de bloque de tierra estabilizada al 5 % de cemento



Ilustración 54: Capilaridad y absorción del muro con 8% de cemento



Ilustración 55: Desplome del muro estabilizado con 8% de cemento

Resultados y discusión

Resultados

Prueba “Cinta de barro”

Tabla 14: Prueba "cinta de barro"

ENSAYO IN SITU PARA SELECCIÓN DEL SUELO			
Tesis: Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales			
Tesisista: Yanelly Julon Fernandez			
Prueba "Cinta de barro"			
	Cantera 01	Cantera 02	Cantera 03
La cinta alcanza una longitud de 20 a 25 cm	NO	NO	NO
La cinta alcanza una longitud de 10 a 20 cm	NO	SI	NO
Resultado: suelo	NO APTO	APTO	NO APTO

En la tabla 14 nos muestra los resultados del ensayo in situ “cinta de barro”, en donde se determinó que la cantera 02 cumple con los requisitos para la elaboración de bloques de tierra ya que esta cumple con la longitud dada por la norma.

Prueba “Presencia de arcilla” o “Resistencia seca”

Tabla 15: Prueba "Presencia de arcilla" o “Resistencia seca”

ENSAYO IN SITU PARA SELECCIÓN DEL SUELO			
Tesis: Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales			
Tesisista: Yanelly Julon Fernandez			
Prueba "Presencia de arcilla" o "Resistencia seca"			
	Cantera 01	Cantera 02	Cantera 03
Se rompe o agrieta al menos una bolita	NO	NO	NO
No se rompe ni agrieta ninguna bolita	NO	NO	NO
Resultado: suelo	APTO	APTO	APTO

En la tabla 15 se muestra los resultados in situ del ensayo “Presencia de arcilla” o “Resistencia seca”, en donde se observa que las tres canteras cumplen con los requisitos que nos muestra la norma E.080 para la elaboración de bloques de tierra.

Pruebas de laboratorio para la clasificación del suelo

Ensayos de granulometría

Método de ensayo para el análisis granulométrico (NTP 339.128) de la cantera 01.

Tabla 16: Análisis granulométrico por tamizado - cantera 01

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	3.9	96.1
Nª 4	4.750	6.7	93.3
Nª 10	2.000	10.6	89.4
Nª 20	0.850	16.4	83.6
Nº 50	0.300	43.3	56.7
Nª 100	0.150	53.6	46.4
Nº 200	0.075	59.9	40.1

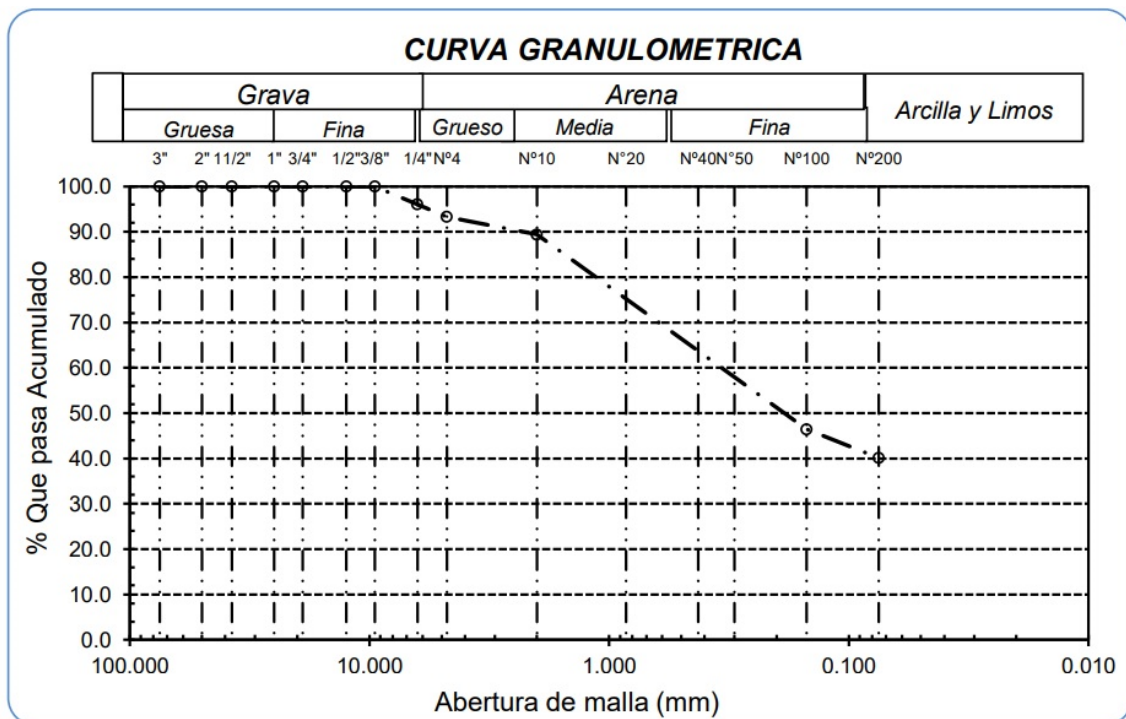


Ilustración 56: Curva granulométrica - cantera 01

En la tabla 16 nos muestra el análisis granulométrico de la cantera 01, con este ensayo se determinó la composición granulométrica con el fin de conocer la gradación de este suelo para su posterior clasificación.

Método de ensayo para el análisis granulométrico (NTP 339.128) de la cantera 02.

Tabla 17: Análisis granulométrico por tamizado - cantera 02

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	2.8	97.2
Nª 4	4.750	12.3	87.7
Nª 10	2.000	17.7	82.3
Nª 20	0.850	26.0	74.0
Nº 50	0.300	54.4	45.6
Nª 100	0.150	64.4	35.6
Nº 200	0.075	67.9	32.1

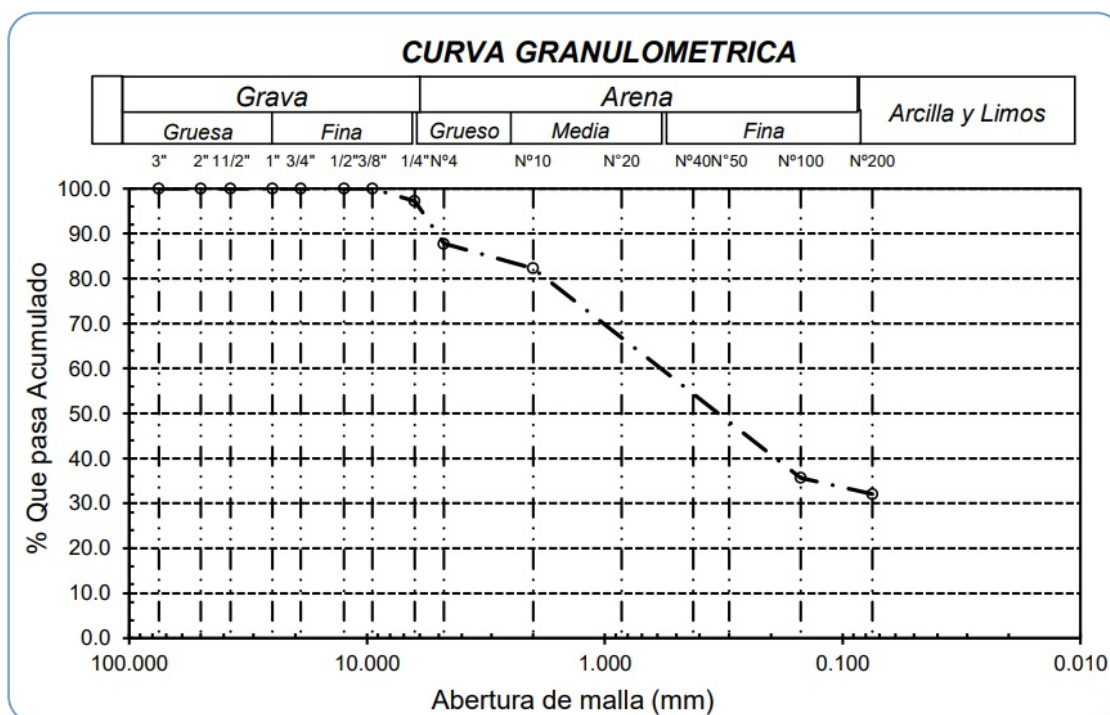


Ilustración 57: Curva granulométrica - cantera 02

En la tabla 17 nos muestra el análisis granulométrico de la cantera 02, con este ensayo se determinó la composición granulométrica con el fin de conocer la gradación de este suelo para su posterior clasificación.

Método de ensayo para el análisis granulométrico (NTP 339.128) de la cantera 03.

Tabla 18: Análisis granulométrico por tamizado - cantera 03

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
Nª 4	4.750	3.1	96.9
Nª 10	2.000	7.0	93.0
Nª 20	0.850	13.9	86.2
Nº 50	0.300	29.8	70.3
Nª 100	0.150	34.1	65.9
Nª 200	0.075	36.8	63.2

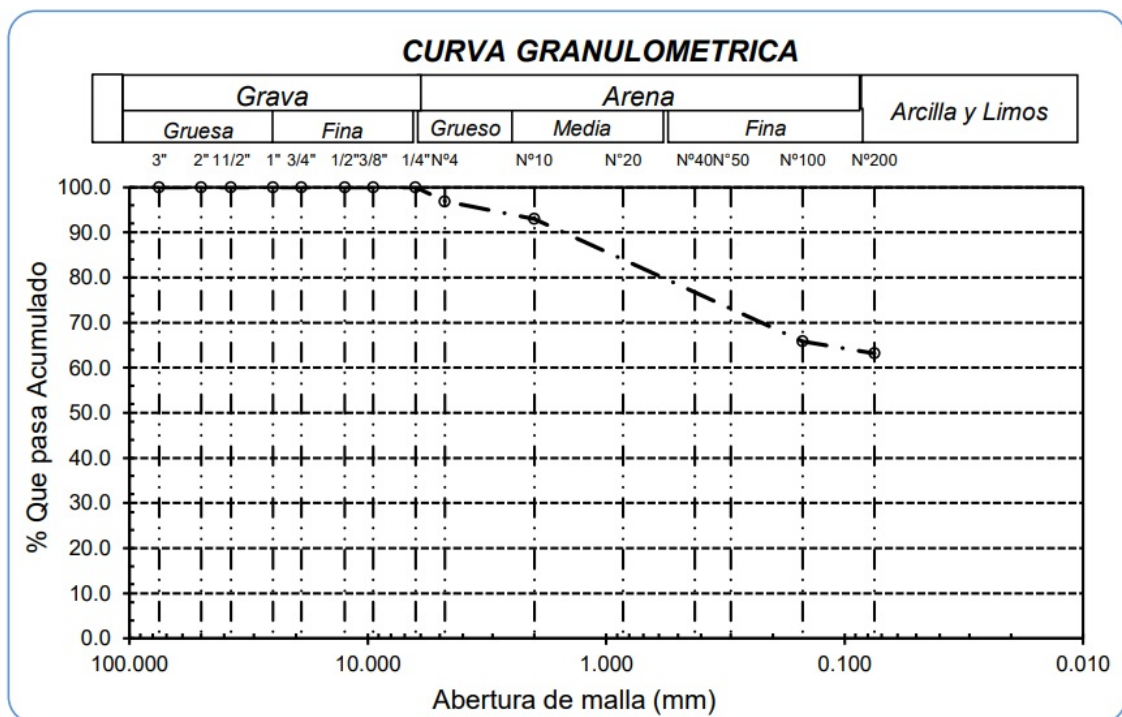


Ilustración 58: Curva granulométrica - cantera 03

En la tabla 18 nos muestra el análisis granulométrico de la cantera 03, con este ensayo se determinó la composición granulométrica de la cantera 03 con el fin de conocer la gradación de este suelo para su posterior clasificación.

Método de ensayo para determinar el Límite Líquido, Límite plástico e Índice de plasticidad de suelos (NTP 339.129)

Cantera 01

Tabla 19: Ensayo de Límite de Atterberg

Ensayo de Límite de Atterberg		
Límite líquido (LL)	27.16	(%)
Límite Plástico (LP)	18.50	(%)
Índice Plástico (IP)	8.66	(%)

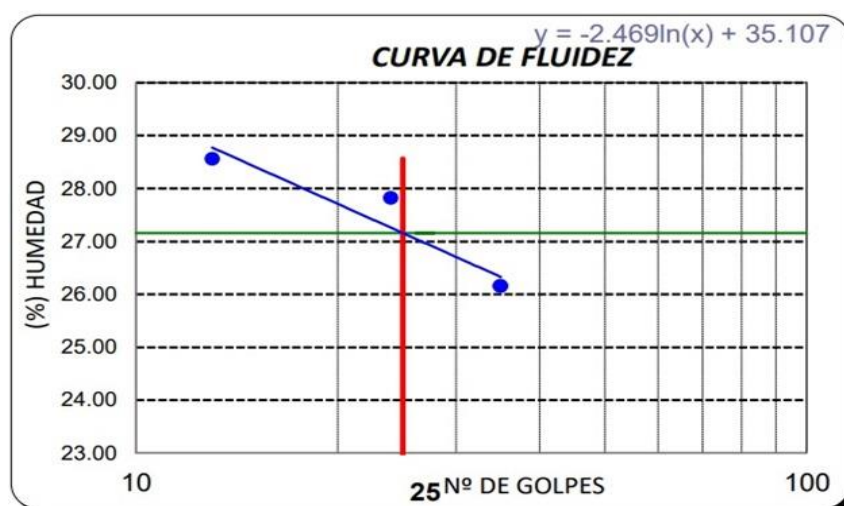


Gráfico 1: Curva de fluidez – C01

En la tabla 19 se puede observar los límites de Attenberg y en la gráfica 1 se puede observar que a los 25 golpes se obtuvo una humedad de 26.16 %. También este ensayo nos muestra que el límite líquido de la cantera 01 es de 27.16 % y el límite plástico es de 18.50 % con un índice de plasticidad de 8.66 %.

Cantera 02

Tabla 20: Ensayo de Límite de Atterberg - cantera 02

Ensayo de Límite de Atterberg		
Límite líquido (LL)	25.09	(%)
Límite Plástico (LP)	15.07	(%)
Índice Plástico (IP)	10.03	(%)

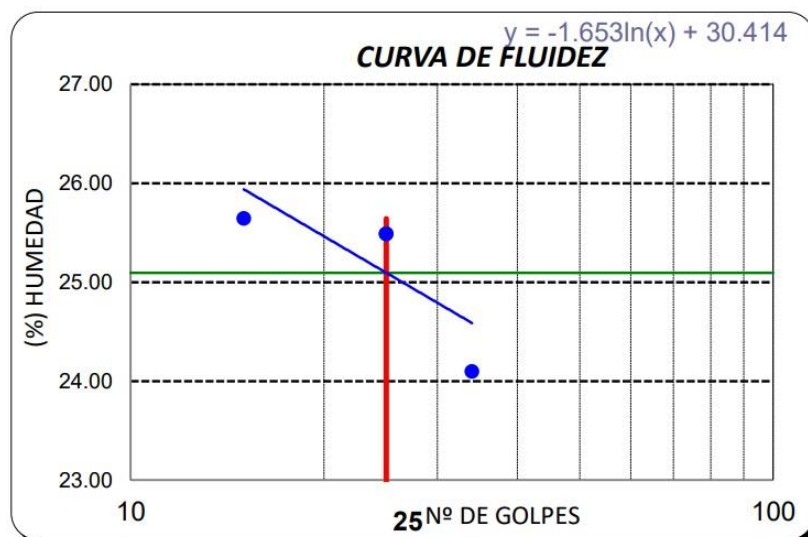


Gráfico 2: Curva de fluidez - C02

En la tabla 20 se puede observar los límites de Atterberg y en la gráfica 2 se puede observar que a los 25 golpes se obtuvo una humedad de 25.49 %. También este ensayo nos muestra que el límite líquido de la cantera 02 es de 25.09 % y el límite plástico es de 15.07 % con un índice de plasticidad de 10.03 %.

Cantera 03

Tabla 21: Ensayo Límite de Atterberg - cantera 03

Ensayo de Límite de Atterberg		
Límite líquido (LL)	25.75	(%)
Límite Plástico (LP)	15.93	(%)
Índice Plástico (IP)	9.82	(%)

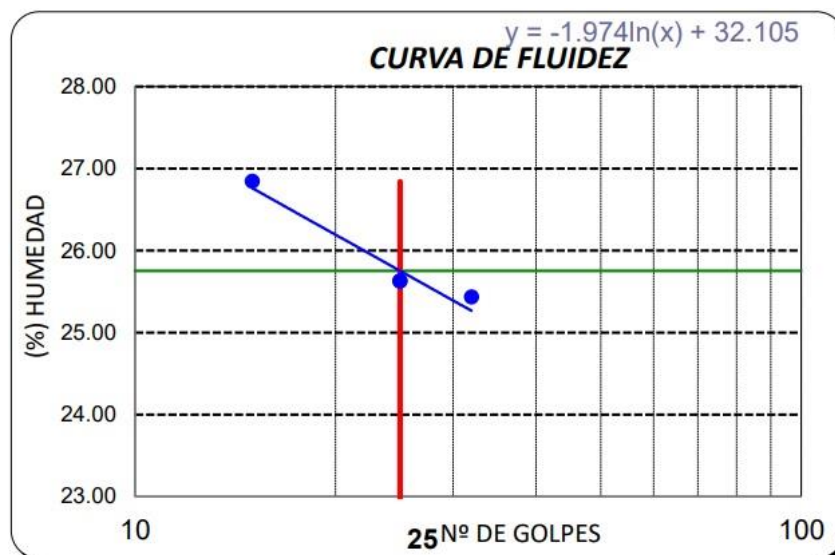


Gráfico 3: Curva de fluidez - C03

En la tabla 21 se puede observar los límites de Attenberg y en la gráfica 3 se puede observar que a los 25 golpes se obtuvo una humedad de 25.63 %. También este ensayo nos muestra que el límite líquido de la cantera 03 es de 25.75 % y el límite plástico es de 15.93 % con un índice de plasticidad de 9.82 %.

Método para la clasificación unificada de suelos (NTP 339.134)

Tabla 22: Clasificación unificada de suelos - canteras 01,02 y 03

ENSAYO DE LABORATORIO PARA CLASIFICACIÓN DEL SUELO			
Tesis: Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales			
Tesisista: Yanelly Julon Fernandez			
Clasificación unificada de suelos (NTP 339.134)			
	CANTERA 01	CANTERA 02	CANTERA 03
Clasificación SUCS	SC	SC	CL
Descripción del suelo	Arena arcillosa	Arena arcillosa	Arcilla arenosa de baja plasticidad
Clasificación AASHTO	A-4 (1)	A-2-4(0)	A-4(6)
Descripción	Regular - Malo	Bueno	Regular - Malo

En la tabla 22 nos muestra la clasificación de suelos según SUCS y AASHTO de las tres muestras ensayadas. La cantera 01 es una arena arcillosa de tipo regular – malo, la cantera 02 también es una arena arcillosa de tipo bueno y la cantera 03 es una arcilla arenosa de baja plasticidad de tipo regular – malo.

Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de suelos (NTP 339.127)

Tabla 23: Ensayo contenido de humedad de la cantera 01,02 y 03

ENSAYO DE LABORATORIO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tesis: Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales			
Tesisista: Yanely Julon Fernandez			
Contenido de humedad de suelos (NTP 339.127)			
	CANTERA 01	CANTERA 02	CANTERA 03
Contenido de Humedad (%)	12.81	9.72	12.79

Esta tabla 23 nos muestra el contenido de humedad de las muestras ensayadas. La cantera 01 que tiene un contenido de humedad de 12.81%, la cantera 02 tiene un contenido de humedad de 9.72 % y la cantera 03 tiene un contenido de humedad de 12.79%.

Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino (400.022)

Tabla 24: Peso específico del agregado fino de la cantera 01, 02 y 03

ENSAYO DE LABORATORIO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO			
Tesis: Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales			
Tesisista: Yanely Julon Fernandez			
Peso específico del agregado fino (NTP 400.022)			
	CANTERA 01	CANTERA 02	CANTERA 03
Peso específico	2.43	2.39	2.46

En la tabla 24 se muestra el peso específico relativo de las tres muestras ensayadas, en donde las canteras 01, 02 y 03 tiene un peso específico de 2.43, 2.39 y 2.46 respectivamente.

Ensayos físicos de los bloques de tierra

Ensayo de succión (NTP 399.613) de los bloques de tierra convencionales y estabilizados con cemento en dosificación de 3%, 5% y 8%.

Tabla 25: Ensayo de succión - bloques de tierra convencional y bloques de tierra estabilizados al 3%, 5% y 8%

ENSAYO DE LABORATORIO PARA DETERMINAR LA SUCCIÓN				
Tesis: Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales				
Tesisista: Yanely Julon Fernandez				
Ensayo de Succión (NTP 399.613)				
Muestra	Bloque de tierra convencional S100-C0 (gr/200 cm ²)	S97-C3 (gr/200 cm ²)	S95-C5 (gr/200 cm ²)	S92-C8 (gr/200 cm ²)
1	20	124.5	50	65
2	27.8	125.5	67.5	57.5
3	19	127.5	67.5	65
4	44.5	124.5	77.5	67.5
5	30.8	131	57.5	52.5
6	20	130	67.5	57.5
Promedio (gr/200cm ²)	27.02	127.17	64.58	60.83

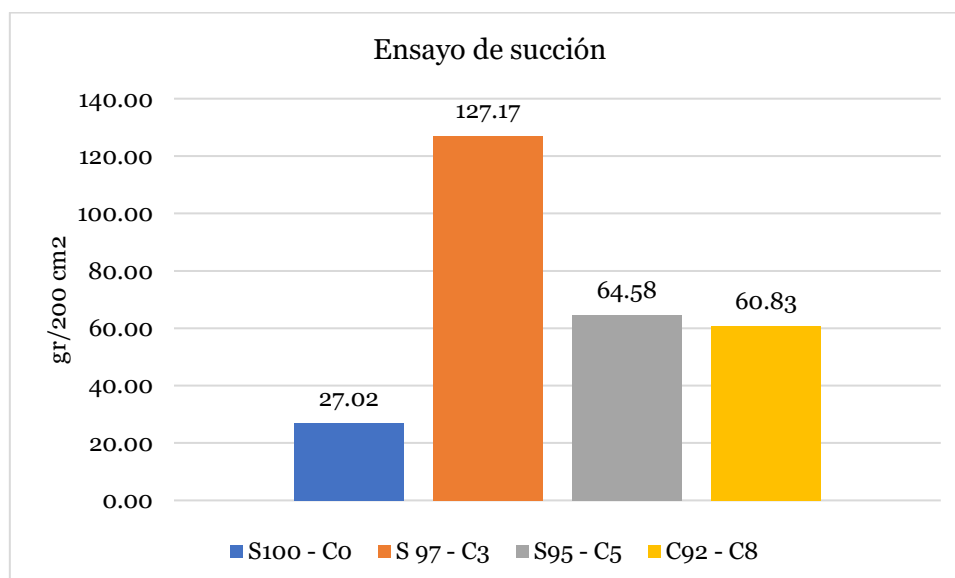


Gráfico 4: Ensayo de succión

En la tabla 25 y gráfico 4 se puede observar los valores de los ensayos de succión que se realizó a 24 bloques de tierra. El bloque de tierra convencional obtuvo un promedio de

succión de 27 gr/200 cm², los bloques de tierra estabilizado con cemento al 3% obtuvo un promedio de succión de 127.17 gr/200 cm², los bloques de tierra estabilizado con cemento al 5% obtuvo un promedio de succión de 64.58% y los bloques de tierra estabilizados con cemento al 8% obtuvo un promedio de succión de 60.83%.

Ensayo de absorción (NTP 399.613) de los bloques de tierra convencionales y estabilizados con cemento en dosificación de 3%, 5% y 8%.

Tabla 26: Ensayo de Absorción de bloques de tierra convencionales y estabilizados al 3%, 5% y 8%

ENSAYO DE LABORATORIO PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE ABSORCIÓN				
Tesis: Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales				
Tesisista: Yanelly Julon Fernandez				
Ensayo de absorción (NTP 399.613)				
Muestra	Bloque de tierra convencional S100-C0	S97-C3 (%)	S95-C5 (%)	S92-C8 (%)
1		44	31.4	38.1
2		36.2	33	32.4
3		33.8	33.7	37.9
4		32.7	35.3	40.5
5		35.2	30.9	31.5
6		41.8	32.3	33.5
Promedio (%)		37.3	32.7	35.7

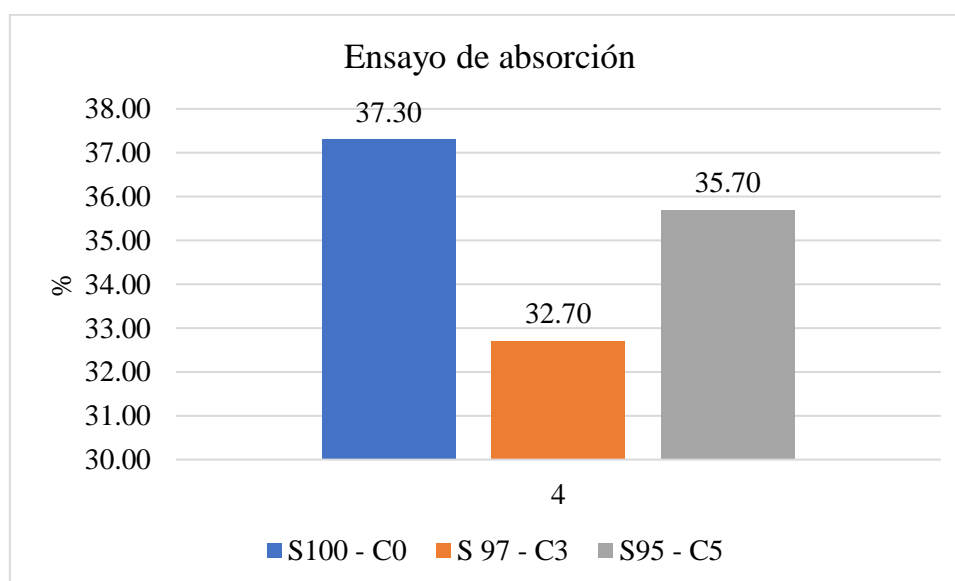


Gráfico 5: Absorción

En la tabla 26 y grafico 5 se puede observar el porcentaje de absorción que se obtuvo de los 24 bloques de tierra ensayados, teniendo en cuenta que el bloque de tierra convencional no se pudo calcular su porcentaje de absorción porque las unidades ensayadas se hicieron barro y no se pudieron volver a pesar después de haber sido sumergidas en agua por 24 horas. También se observa el promedio de porcentaje de absorción de los bloques de tierra estabilizados con cemento al 3%, 5% y 8% son 37.3%, 32.7% y 35.7% respectivamente.

Ensayos mecánicos de los bloques de tierra

Ensayo de compresión del material en cubos

Tabla 27: Ensayo compresión en cubos adobe convencional y estabilizado al 3%, 5% y 8%

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL MATERIAL DE TIERRA A LA COMPRESIÓN				
Tesis: Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales				
Tesisista: Yanely Julon Fernandez				
Ensayo de compresión en cubos - NORMA E.080				
Muestra	Bloque de tierra convencional S100-C0 (kg/cm ²)	S97-C3 (kg/cm ²)	S95-C5 (kg/cm ²)	S92-C8 (kg/cm ²)
1	6.43	8.3	9.5	8.8
2	5.23	6.9	8	10.3
3	5.87	5.8	8.9	9.5
4	5.47	7.9	8.1	8.9
5	7.0	7.6	8	8.4
6	6.82	7.7	9.4	7.8
Promedio de las cuatro mejores muestras (kg/cm ²)	6.54	7.88	8.98	9.38

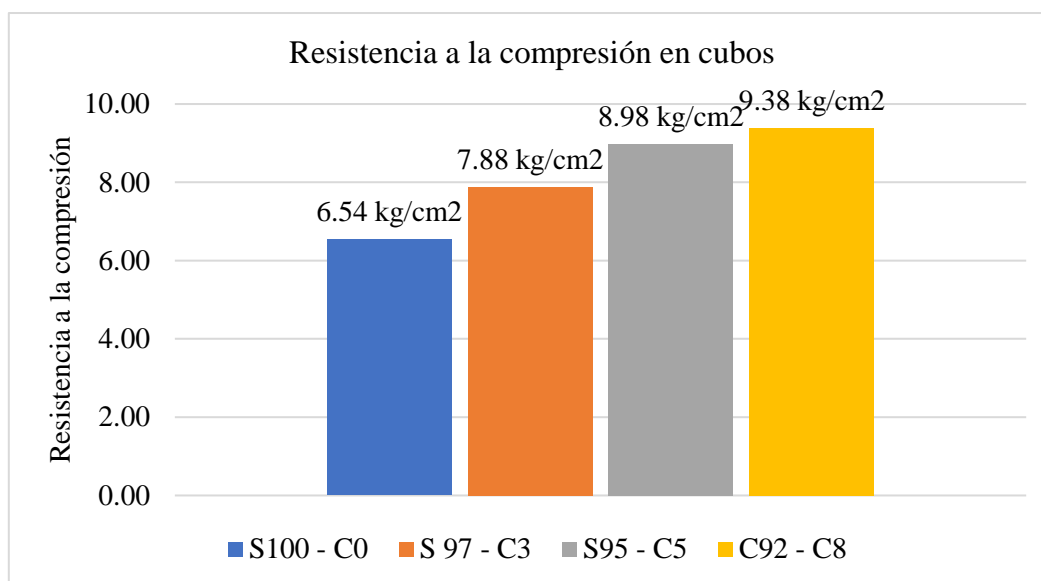


Gráfico 6: Compresión en cubos

En la tabla 27 y gráfico 6 se puede observar que los bloques de tierra convencionales obtuvieron un promedio de las cuatro mejores muestras ensayadas de 6.54 kg/cm², los bloques de tierra estabilizadas con cemento al 3% tienen un promedio de las cuatro mejores muestras de 7.88 kg/cm², los bloques de tierra estabilizadas con cemento al 5% tienen un promedio de las cuatro mejores muestras de 8.98 kg/cm² y los bloques de tierra estabilizados al 8 % tienen un promedio de las cuatro mejores muestras de 9.38 kg/cm².

Ensayo brasileño de tracción – resistencia del material de tierra a la tracción

Tabla 28: Ensayo de resistencia del material de tierra a la tracción de los bloques convencionales y estabilizados con cemento al 3%, 5% y 8%

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL MATERIAL DE TIERRA A LA TRACCIÓN				
Tesis: Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales				
Tesisista: Yanely Julon Fernandez				
Ensayo brasileño de tracción - NORMA E.080				
Muestra	Bloque de tierra convencional S100-C0 (kg/cm ²)	S97-C3 (kg/cm ²)	S95-C5 (kg/cm ²)	S92-C8 (kg/cm ²)
1	1.45	1.32	1.26	1.43
2	1.73	1.16	1.36	1.27
3	1.53	1.25	1.26	1.32
4	1.47	1.26	1.15	1.55
5	1.53	1.12	1.26	1.38
6	1.56	1.14	1.15	1.36
Promedio de las cuatro mejores muestras (kg/cm ²)	1.59	1.25	1.28	1.43

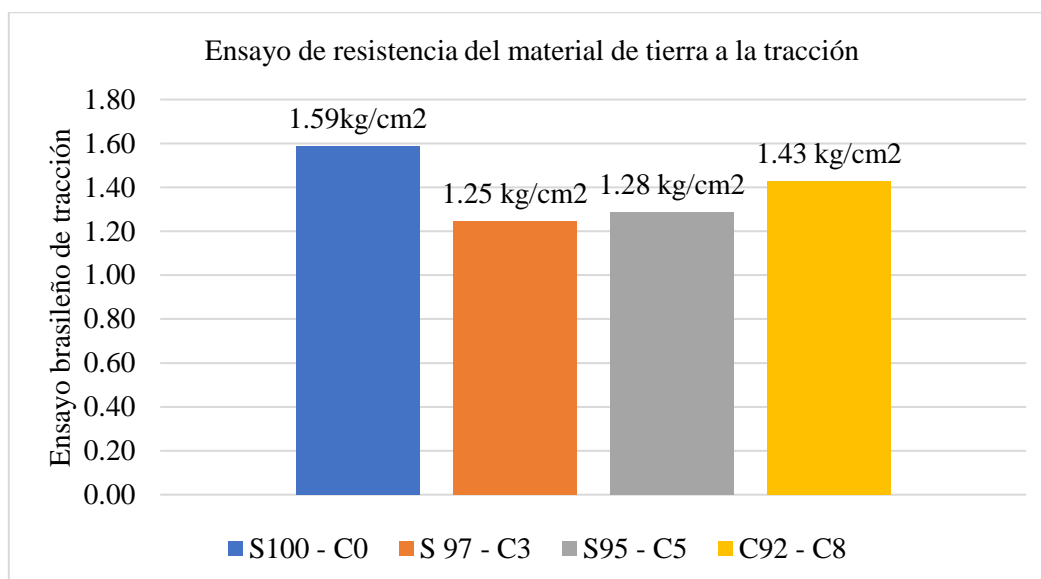


Gráfico 7: Ensayo del material a la tracción

En la tabla 27 y gráfico 7 se puede observar que, con respecto al ensayo del material de tierra a la tracción, los bloques de tierra convencionales tienen un promedio de las cuatro mejores muestras de 1.59 kg/cm², los bloques de tierra estabilizados al 3%, 5% y 8% de cemento tienen un promedio de las cuatro mejores muestras de 1.25 kg/cm², 1.28 kg/cm² y 1.43 kg/cm² respectivamente

Ensayo de Resistencia del mortero a la tracción

Tabla 29: Ensayo resistencia del mortero a la tracción

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL MORTERO A LA TRACCIÓN	
Tesis: Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales	
Tesisista: Yanely Julon Fernandez	
Ensayo de morteros a tracción indirecta - NORMA E.080	
Muestra	Bloque de tierra convencional S100-C0 (kg/cm ²)
1	0.20
2	0.17
3	0.21
4	0.10
5	0.14
6	0.11
Promedio (kg/cm ²)	0.18

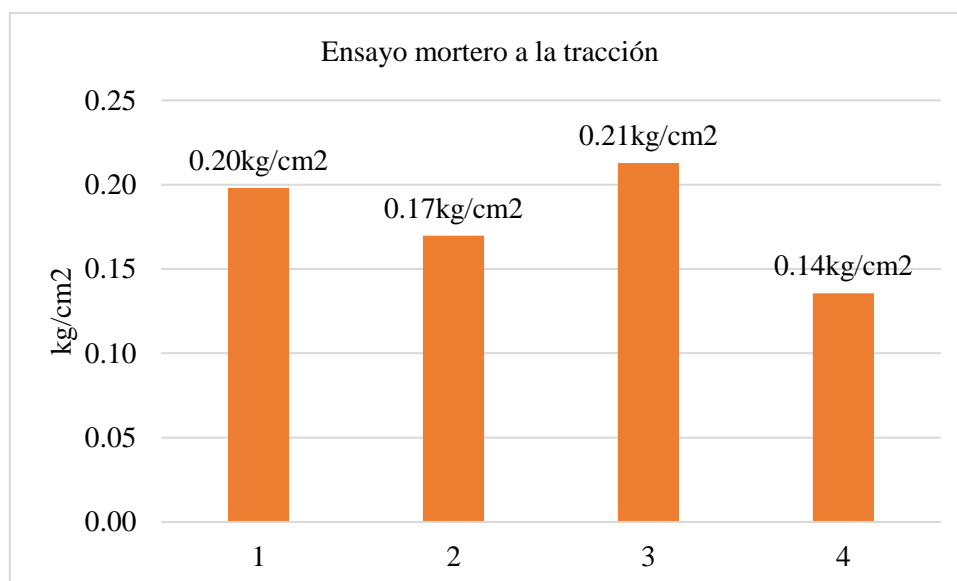


Gráfico 8: mortero a la tracción

En la tabla 29 y gráfico 8 se puede observar que la resistencia promedio del mortero a la tracción es de 0.18 kg/cm².

Ensayo para medir la Resistencia del murete a la compresión

Tabla 30: Ensayo resistencia del murete a la compresión de los bloques convencionales y estabilizados con cemento

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL MURETE A LA COMPRESIÓN				
Tesis: Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales				
Tesista: Yanelly Julon Fernandez				
Ensayo de compresión en muretes de adobe - NORMA E.080				
Muestra	Bloque de tierra convencional S100-C0 (kg/cm ²)	S97-C3 (kg/cm ²)	S95-C5 (kg/cm ²)	S92-C8 (kg/cm ²)
1	6.13	2.63	4.79	5.02
2	6.23	2.60	4.56	5.50
3	5.64	2.32	4.47	4.79
4	7.28	2.61	4.75	5.38
5	6.46	2.64	4.64	5.92
6	6.24	2.33	4.70	4.32
Promedio de las cuatro mejores muestras (kg/cm ²)	6.55	2.62	4.72	5.46

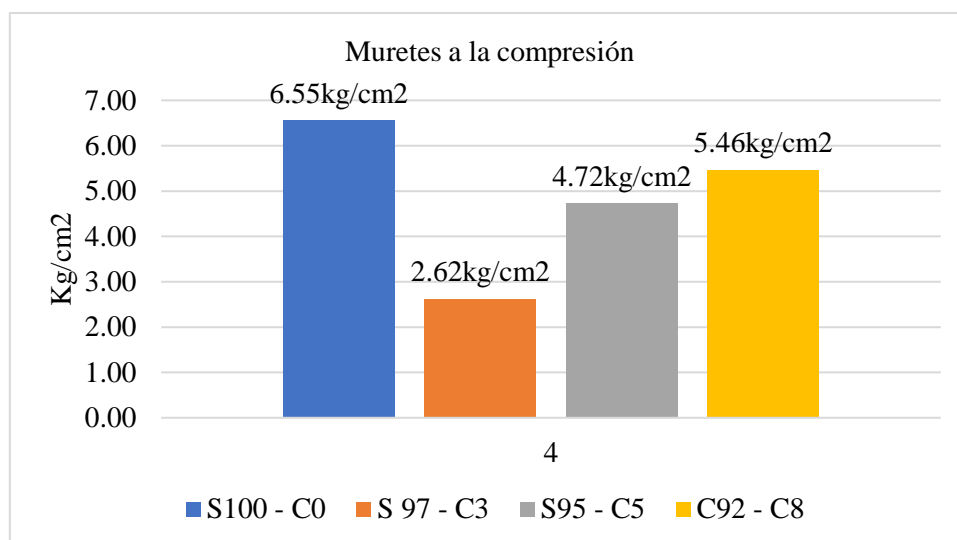


Gráfico 9: Murete a la compresión

En la tabla 30 y gráfico 9 nos muestra el promedio de los bloques de tierra en cuanto al ensayo del murete a la compresión, en donde los bloques de tierra convencionales tienen un promedio de las cuatro mejores muestras de 6.55 kg/cm², los bloques de tierra estabilizados con cemento en dosificación 3%, 5% y 8% tienen un promedio de las cuatro mejores muestras de 2.62 kg/cm², 4.72 kg/cm² y 5.46 kg/cm² respectivamente.

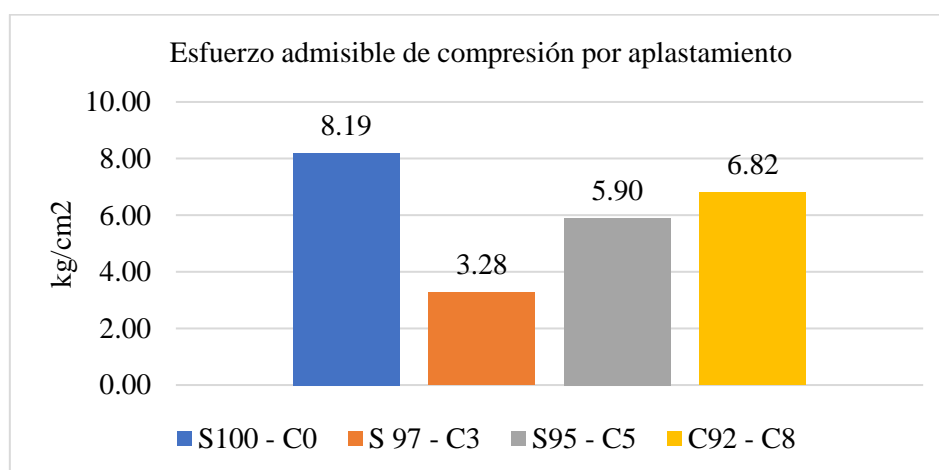


Gráfico 10: esfuerzo admisible de compresión por aplastamiento

En el gráfico 10 se puede observar el esfuerzo admisible promedio del promedio de las cuatro mejores muestras seleccionadas, en donde el bloque convencional tiene 8.19 kg/cm², los bloques de 3%, 5% y 8% tienen 3.18 kg/cm², 5.90 kg/cm² y 6,82 kg/cm² respectivamente.

Ensayo para medir la Resistencia del murete a la tracción indirecta

Tabla 31: Ensayo de compresión diagonal o tracción indirecta

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL MURETE A LA TRACCIÓN INDIRECTA				
Tesis: Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales				
Tesisista: Yanely Julon Fernandez				
Ensayo de compresión diagonal o tracción indirecta - NORMA E.080				
Muestra	Bloque de tierra convencional S100-C0 (kg/cm ²)	S97-C3 (kg/cm ²)	S95-C5 (kg/cm ²)	S92-C8 (kg/cm ²)
1	0.40	0.13	0.30	0.25
2	0.21	0.15	0.26	0.29
3	0.35	0.28	0.17	0.30
4	0.44	0.26	0.20	0.25
5	0.26	0.25	0.23	0.22
6	0.35	0.22	0.25	0.11
Promedio de las cuatro mejores muestras (kg/cm ²)	0.39	0.25	0.26	0.27

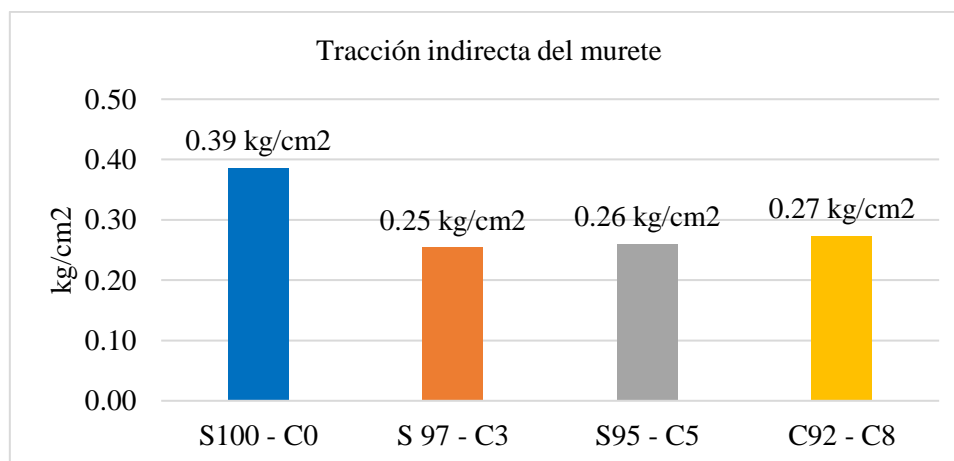


Gráfico 11: Tracción indirecta del murete

En la tabla 31 y gráfico 11 nos muestra el promedio de las cuatro mejores muestras de los bloques de tierra en cuanto al ensayo del murete a la tracción indirecta, en donde los bloques de tierra convencionales tienen un promedio de las cuatro mejores muestras de 0.39 kg/cm², los bloques de tierra estabilizados con cemento en dosificación 3%, 5% y 8% tienen un promedio de las cuatro mejores muestras de 0.27 kg/cm², 0.25 kg/cm² y 0.26 kg/cm² respectivamente.

Prueba de simulación de inundación

Capilaridad

Capilaridad en el periodo corto de inundación (PCI)

Tabla 32: Capilaridad del muro patrón en periodo corto de inundación (PCI)

PRUEBA DE SIMULACIÓN DE INUNDACIÓN						
Tesis: Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales						
Tesisista: Yanely Julon Fernandez						
Capilaridad del muro patrón en periodo corto de inundación (PCI)						
Día	Fecha	Hora	Tiempo	Capilaridad		
				Lect (cm)	ΔH (cm)	ΔH acumulada (cm)
1	5/09/2023	10:30	00:00	18.00	0.00	0.00
1	5/09/2023	10:40	00:10	19.00	1.00	1.00
1	5/09/2023	10:50	00:20	20.00	1.00	2.00
1	5/09/2023	11:00	00:30	21.00	1.00	3.00
1	5/09/2023	11:10	00:40	23.00	2.00	5.00
1	5/09/2023	11:20	00:50	24.00	1.00	6.00
1	5/09/2023	11:30	01:00	25.00	1.00	7.00
1	5/09/2023	11:40	01:10	26.00	1.00	8.00
1	5/09/2023	11:50	01:20	26.50	0.50	8.50
1	5/09/2023	12:00	01:30	27.00	0.50	9.00
1	5/09/2023	12:10	01:40	27.50	0.50	9.50
1	5/09/2023	12:20	01:50	28.00	0.50	10.00
1	5/09/2023	12:30	02:00	28.50	0.50	10.50

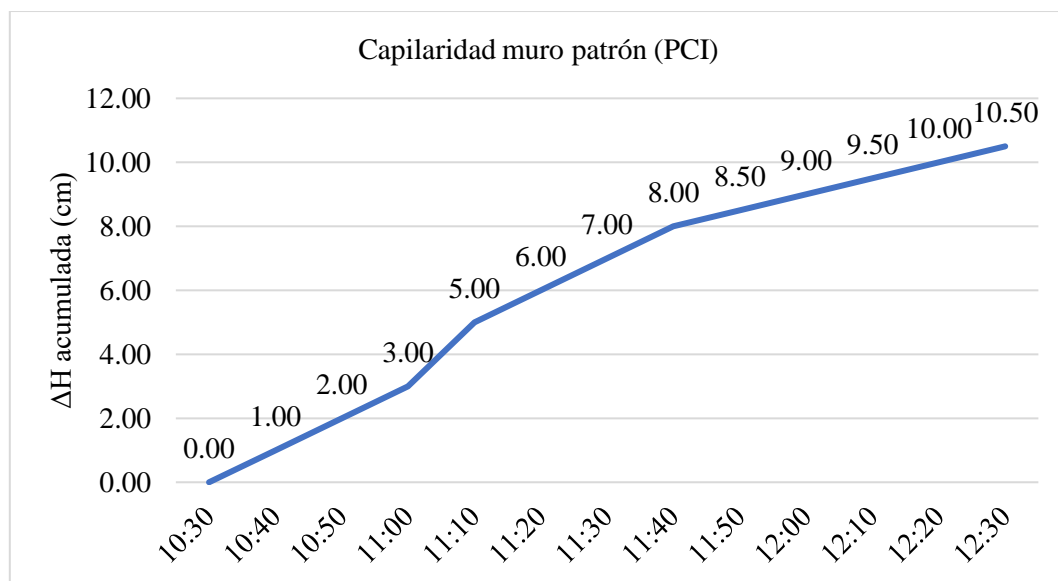


Gráfico 12: Capilaridad muro patrón (PCI)

En la tabla 32 y grafico 12 podemos observar que la capilaridad del muro patrón en tiempo de dos horas fue de 10.50 cm.

Tabla 33: Capilaridad del muro estabilizado con cemento al 3% en periodo corto de inundación (PCI)

PRUEBA DE SIMULACIÓN DE INUNDACIÓN						
Tesis: Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales						
Tesista: Yanely Julon Fernandez						
Capilaridad del muro estabilizado con 3 % de cemento en periodo corto de inundación (PCI)						
Día	Fecha	Hora	Tiempo	Capilaridad		
				Lect (cm)	ΔH (cm)	ΔH acumulada (cm)
1	5/09/2023	10:30	00:00	18.00	0.00	0.00
1	5/09/2023	10:40	00:10	19.00	1.00	1.00
1	5/09/2023	10:50	00:20	20.00	1.00	2.00
1	5/09/2023	11:00	00:30	20.50	0.50	2.50
1	5/09/2023	11:10	00:40	21.50	1.00	3.50
1	5/09/2023	11:20	00:50	22.00	0.50	4.00
1	5/09/2023	11:30	01:00	22.50	0.50	4.50
1	5/09/2023	11:40	01:10	23.00	0.50	5.00
1	5/09/2023	11:50	01:20	24.00	1.00	6.00
1	5/09/2023	12:00	01:30	25.00	1.00	7.00
1	5/09/2023	12:10	01:40	26.00	1.00	8.00
1	5/09/2023	12:20	01:50	26.50	0.50	8.50
1	5/09/2023	12:30	02:00	27.00	0.50	9.00

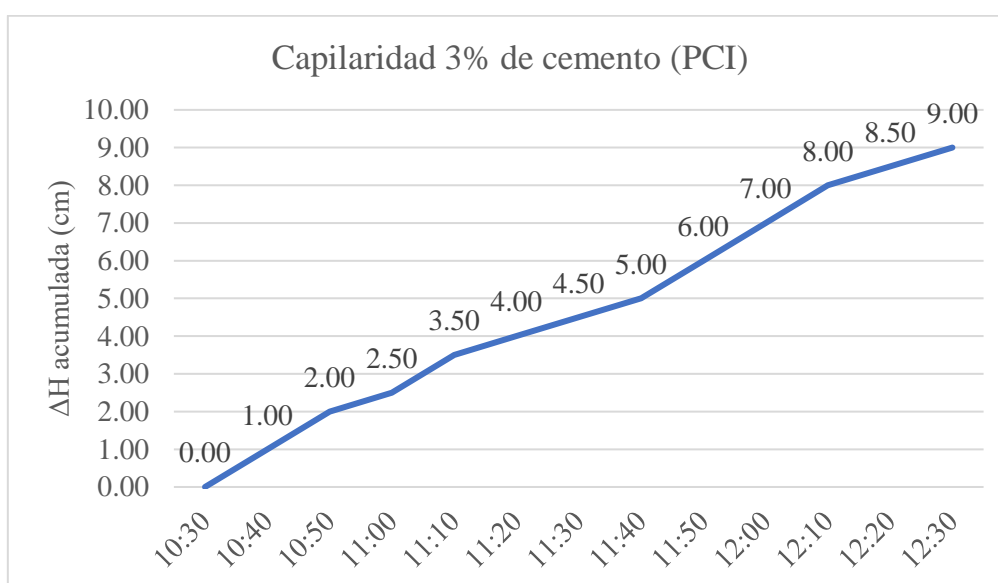


Gráfico 13: Capilaridad 3 % de cemento (PCI)

En la tabla 33 y grafico 13 podemos observar que la capilaridad del muro estabilizado con cemento al 3% en tiempo de dos horas fue de 9.00 cm.

Tabla 34: Capilaridad del muro estabilizado con cemento al 5% en periodo corto de inundación (PCI)

PRUEBA DE SIMULACIÓN DE INUNDACIÓN						
Tesis: Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales						
Tesisista: Yanely Julon Fernandez						
Capilaridad del muro estabilizado al 5% de cemento en periodo corto de inundación (PCI)						
Día	Fecha	Hora	Tiempo	Capilaridad		
				Lect (cm)	ΔH (cm)	ΔH acumulada (cm)
1	5/09/2023	10:30	00:00	18.00	0.00	0.00
1	5/09/2023	10:40	00:10	19.00	1.00	1.00
1	5/09/2023	10:50	00:20	20.00	1.00	2.00
1	5/09/2023	11:00	00:30	21.00	1.00	3.00
1	5/09/2023	11:10	00:40	21.50	0.50	3.50
1	5/09/2023	11:20	00:50	22.00	0.50	4.00
1	5/09/2023	11:30	01:00	23.00	1.00	5.00
1	5/09/2023	11:40	01:10	23.50	0.50	5.50
1	5/09/2023	11:50	01:20	24.00	0.50	6.00
1	5/09/2023	12:00	01:30	25.00	1.00	7.00
1	5/09/2023	12:10	01:40	25.50	0.50	7.50
1	5/09/2023	12:20	01:50	26.00	0.50	8.00
1	5/09/2023	12:30	02:00	26.50	0.50	8.50

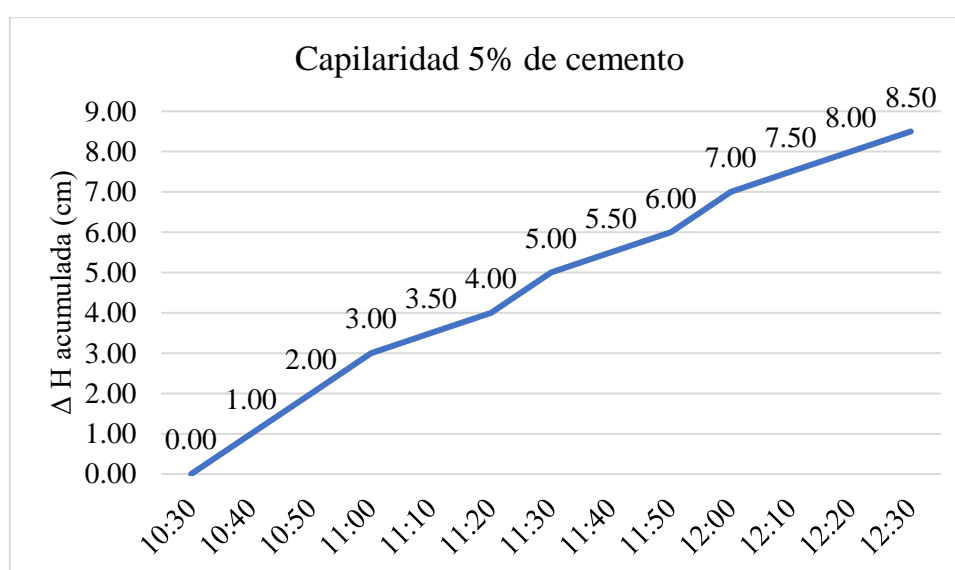


Gráfico 14: Capilaridad 5% de cemento (PCI)

La tabla 34 y grafico 14 nos muestra que la capilaridad del muro estabilizado con cemento al 5% en tiempo de dos horas fue de 8.50 cm.

Tabla 35: Capilaridad del muro estabilizado al 8% de cemento en periodo corto de inundación (PCI)

PRUEBA DE SIMULACIÓN DE INUNDACIÓN						
Tesis: Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales						
Tesista: Yanely Julon Fernandez						
Capilaridad del muro estabilizado al 8% de cemento en periodo corto de inundación (PCI)						
Día	Fecha	Hora	Tiempo	Capilaridad		
				Lect (cm)	ΔH (cm)	ΔH acumulada (cm)
1	5/09/2023	10:30	00:00	18.00	0.00	0.00
1	5/09/2023	10:40	00:10	19.00	1.00	1.00
1	5/09/2023	10:50	00:20	19.50	0.50	1.50
1	5/09/2023	11:00	00:30	20.00	0.50	2.00
1	5/09/2023	11:10	00:40	20.50	0.50	2.50
1	5/09/2023	11:20	00:50	21.00	0.50	3.00
1	5/09/2023	11:30	01:00	22.00	1.00	4.00
1	5/09/2023	11:40	01:10	22.50	0.50	4.50
1	5/09/2023	11:50	01:20	23.00	0.50	5.00
1	5/09/2023	12:00	01:30	24.00	1.00	6.00
1	5/09/2023	12:10	01:40	24.50	0.50	6.50
1	5/09/2023	12:20	01:50	25.00	0.50	7.00
1	5/09/2023	12:30	02:00	25.50	0.50	7.50

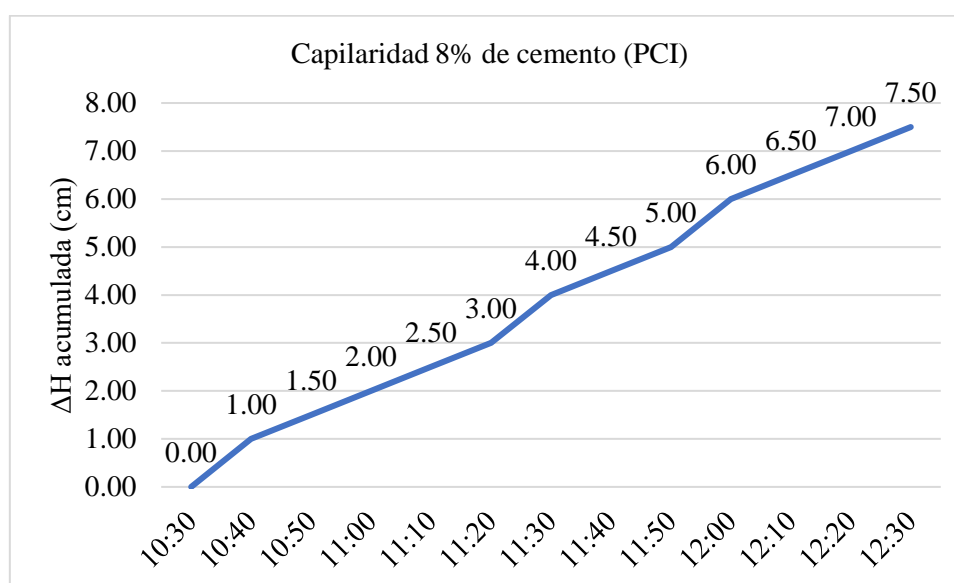


Gráfico 15: Capilaridad 8% de cemento (PCI)

La tabla 35 y grafico 15 nos muestra que la capilaridad del muro estabilizado con cemento al 8% en tiempo de dos horas fue de 7.50 cm.

Capilaridad en el periodo prolongado de inundación (PPI)

La lectura de la capilaridad en los muros para periodo corto de inundación se dio solo para los muros estabilizados con cemento al 3%, 5% y 8%, ya que el muro patrón se derrumbó en el tiempo de 2 horas y 20 minutos.

Tabla 36: Capilaridad del muro estabilizado al 3% de cemento en periodo prolongado de inundación (PPI)

PRUEBA DE SIMULACIÓN DE INUNDACIÓN						
Tesis: Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales						
Tesista: Yanelly Julon Fernandez						
Capilaridad del muro estabilizado al 3% de cemento en periodo prolongado de inundación (PPI)						
Día	Fecha	Hora	Tiempo	Capilaridad		
				Lect (cm)	ΔH (cm)	ΔH acumulada (cm)
1	5/09/2023	10:30	00:00	18.00	0.00	0.00
1	5/09/2023	10:40	00:10	19.00	1.00	1.00
1	5/09/2023	10:50	00:20	20.00	1.00	2.00
1	5/09/2023	11:00	00:30	20.50	0.50	2.50
1	5/09/2023	11:10	00:40	21.50	1.00	3.50
1	5/09/2023	11:20	00:50	22.00	0.50	4.00
1	5/09/2023	11:30	01:00	22.50	0.50	4.50
1	5/09/2023	11:40	01:10	23.00	0.50	5.00
1	5/09/2023	11:50	01:20	24.00	1.00	6.00
1	5/09/2023	12:00	01:30	25.00	1.00	7.00
1	5/09/2023	12:10	01:40	26.00	1.00	8.00
1	5/09/2023	12:20	01:50	26.50	0.50	8.50
1	5/09/2023	12:30	02:00	27.00	0.50	9.00
1	5/09/2023	13:30	03:00	27.30	0.30	9.30
1	5/09/2023	14:30	04:00	27.60	0.30	9.60
1	5/09/2023	15:30	05:00	28.00	0.40	10.00

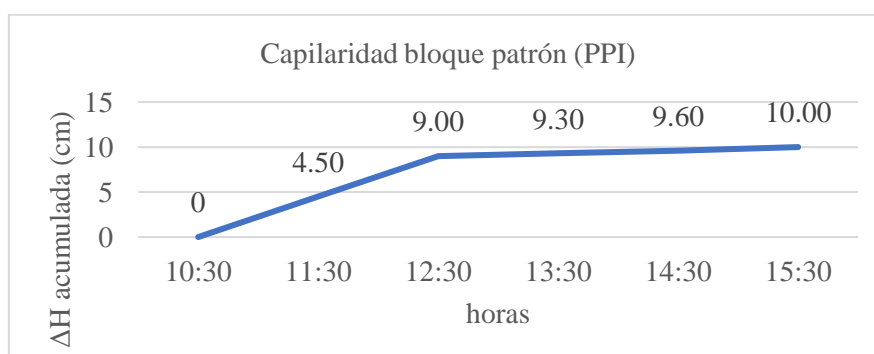


Gráfico 16: Capilaridad bloque de tierra patrón (PPI)

La tabla 36 y grafico 16 nos muestra que la capilaridad del muro estabilizado con cemento al 3% en periodo prolongado de inundación es de 10.00 cm, ya que este colapso a las 15:30 horas de haber sido inundado.

Tabla 37: Capilaridad del muro estabilizado al 5% de cemento en periodo prolongado de inundación (PPI)

PRUEBA DE SIMULACIÓN DE INUNDACIÓN						
Tesis: Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales						
Tesista: Yanely Julon Fernandez						
Capilaridad del muro estabilizado al 5% de cemento en periodo prolongado de inundación (PPI)						
Día	Fecha	Hora	Tiempo	Capilaridad		
				Lect (cm)	ΔH (cm)	ΔH acumulada (cm)
1	5/09/2023	10:30	00:00	18.00	0.00	0.00
1	5/09/2023	10:40	00:10	19.00	1.00	1.00
1	5/09/2023	10:50	00:20	20.00	1.00	2.00
1	5/09/2023	11:00	00:30	21.00	1.00	3.00
1	5/09/2023	11:10	00:40	21.50	0.50	3.50
1	5/09/2023	11:20	00:50	22.00	0.50	4.00
1	5/09/2023	11:30	01:00	23.00	1.00	5.00
1	5/09/2023	11:40	01:10	23.50	0.50	5.50
1	5/09/2023	11:50	01:20	24.00	0.50	6.00
1	5/09/2023	12:00	01:30	25.00	1.00	7.00
1	5/09/2023	12:10	01:40	25.50	0.50	7.50
1	5/09/2023	12:20	01:50	26.00	0.50	8.00
1	5/09/2023	12:30	02:00	26.50	0.50	8.50
1	5/09/2023	13:30	03:00	27.00	0.50	9.00
1	5/09/2023	14:30	04:00	27.40	0.40	9.40
1	5/09/2023	15:30	05:00	27.80	0.40	9.80
1	5/09/2023	16:30	06:00	28.30	0.50	10.30
1	5/09/2023	17:30	07:00	28.50	0.20	10.50
1	5/09/2023	18:30	08:00	28.80	0.30	10.80

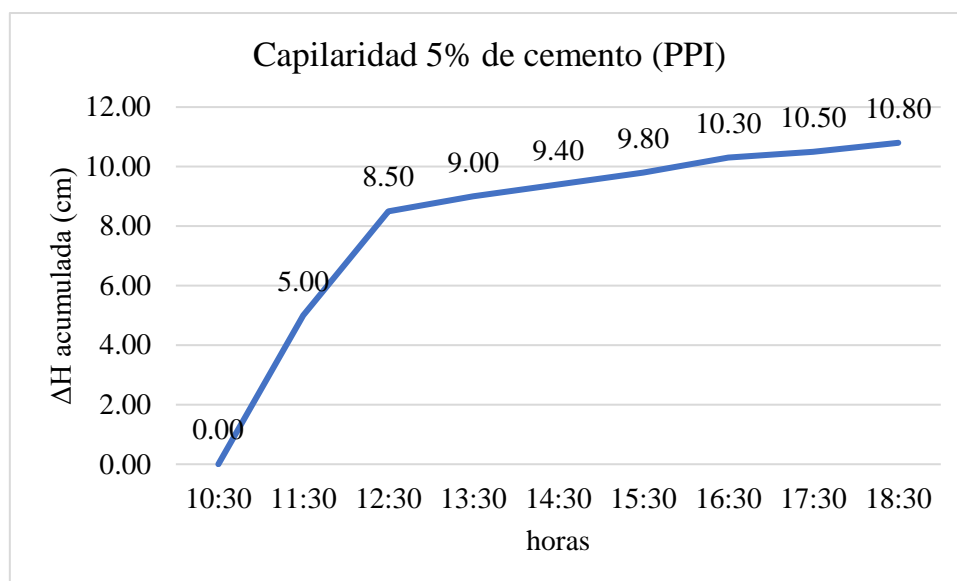


Gráfico 17: Capilaridad 5% de cemento (PPI)

La tabla 37 y gráfico 17 nos muestra que la capilaridad del muro estabilizado con cemento al 5% en periodo prolongado de inundación es de 10.80 cm, ya que este colapso a las 18:30 horas de haber sido inundado.

Tabla 38: Capilaridad del muro estabilizado con cemento al 8% en periodo prolongado de inundación (PPI)

PRUEBA DE SIMULACIÓN DE INUNDACIÓN						
Tesis: Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales						
Tesis: Yanelly Julon Fernandez						
Capilaridad del muro estabilizado al 8% de cemento en periodo prolongado de inundación (PPI)						
Día	Fecha	Hora	Tiempo	Capilaridad		
				Lect (cm)	ΔH (cm)	ΔH acumulada (cm)
1	5/09/2023	10:30	00:00	18.00	0.00	0.00
1	5/09/2023	10:40	00:10	19.00	1.00	1.00
1	5/09/2023	10:50	00:20	19.50	0.50	1.50
1	5/09/2023	11:00	00:30	20.00	0.50	2.00
1	5/09/2023	11:10	00:40	20.50	0.50	2.50
1	5/09/2023	11:20	00:50	21.00	0.50	3.00
1	5/09/2023	11:30	01:00	22.00	1.00	4.00
1	5/09/2023	11:40	01:10	22.50	0.50	4.50
1	5/09/2023	11:50	01:20	23.00	0.50	5.00
1	5/09/2023	12:00	01:30	24.00	1.00	6.00
1	5/09/2023	12:10	01:40	24.50	0.50	6.50
1	5/09/2023	12:20	01:50	25.00	0.50	7.00
1	5/09/2023	12:30	02:00	25.50	0.50	7.50

1	5/09/2023	13:30	03:00	26.00	0.50	8.00
1	5/09/2023	14:30	04:00	26.40	0.40	8.40
1	5/09/2023	15:30	05:00	26.80	0.40	8.80
1	5/09/2023	16:30	06:00	27.00	0.20	9.00
1	5/09/2023	17:30	07:00	27.20	0.20	9.20
1	5/09/2023	18:30	08:00	27.40	0.20	9.40
1	5/09/2023	19:30	09:00	27.50	0.10	9.50
1	5/09/2023	20:30	10:00	27.70	0.20	9.70
1	5/09/2023	21:30	11:00	27.90	0.20	9.90
1	5/09/2023	22:30	12:00	28.00	0.10	10.00
1	5/09/2023	23:30	13:00	28.20	0.20	10.20
1	6/09/2023	00:30	14:00	28.30	0.10	10.30
1	6/09/2023	01:30	15:00	28.50	0.20	10.50
1	6/09/2023	02:30	16:00	28.70	0.20	10.70
1	6/09/2023	03:30	17:00	28.90	0.20	10.90
1	6/09/2023	04:30	18:00	29.00	0.10	11.00
1	6/09/2023	05:30	19:00	29.10	0.10	11.10
1	6/09/2023	06:30	20:00	29.30	0.20	11.30
1	6/09/2023	07:30	21:00	29.50	0.20	11.50
1	6/09/2023	08:30	22:00	29.70	0.20	11.70
1	6/09/2023	09:30	23:00	29.90	0.20	11.90
1	6/09/2023	10:30	24:00	30.00	0.10	12.00
2	6/09/2023	11:30	25:00	30.20	0.20	12.20
2	6/09/2023	12:30	26:00	30.40	0.20	12.40
2	6/09/2023	13:30	27:00	30.50	0.10	12.50
2	6/09/2023	14:30	28:00	30.60	0.10	12.60
2	6/09/2023	15:30	29:00	30.80	0.20	12.80
2	6/09/2023	16:30	30:00	31.00	0.20	13.00
2	6/09/2023	17:30	31:00	31.10	0.10	13.10
2	6/09/2023	18:30	32:00	31.30	0.20	13.30
2	6/09/2023	19:30	33:00	31.50	0.20	13.50
2	6/09/2023	20:30	34:00	31.60	0.10	13.60
2	6/09/2023	21:30	35:00	31.80	0.20	13.80
2	6/09/2023	22:30	36:00	32.00	0.20	14.00
2	6/09/2023	23:30	37:00	32.10	0.10	14.10
2	7/09/2023	00:30	38:00	32.30	0.20	14.30
2	7/09/2023	01:30	39:00	32.40	0.10	14.40
2	7/09/2023	02:30	40:00	32.60	0.20	14.60
2	7/09/2023	03:30	41:00	32.70	0.10	14.70
2	7/09/2023	04:30	42:00	32.80	0.10	14.80
2	7/09/2023	05:30	43:00	32.90	0.10	14.90
2	7/09/2023	06:30	44:00	33.00	0.10	15.00
2	7/09/2023	07:30	45:00	33.10	0.10	15.10
2	7/09/2023	08:30	46:00	33.30	0.20	15.30
2	7/09/2023	09:30	47:00	33.40	0.10	15.40

2	7/09/2023	10:30	48:00	33.50	0.10	15.50
3	7/09/2023	11:30	49:00	33.70	0.20	15.70
3	7/09/2023	12:30	50:00	33.80	0.10	15.80
3	7/09/2023	13:30	51:00	34.00	0.20	16.00
3	7/09/2023	14:30	52:00	34.20	0.20	16.20
3	7/09/2023	15:30	53:00	34.30	0.10	16.30
3	7/09/2023	16:30	54:00	34.50	0.20	16.50
3	7/09/2023	17:30	55:00	34.70	0.20	16.70
3	7/09/2023	18:30	56:00	34.80	0.10	16.80
3	7/09/2023	19:30	57:00	34.90	0.10	16.90
3	7/09/2023	20:30	58:00	35.00	0.10	17.00
3	7/09/2023	21:30	59:00	35.20	0.20	17.20
3	7/09/2023	22:30	60:00	35.30	0.10	17.30
3	7/09/2023	23:30	61:00	35.50	0.20	17.50
3	8/09/2023	00:30	62:00	35.70	0.20	17.70
3	8/09/2023	01:30	63:00	35.80	0.10	17.80
3	8/09/2023	02:30	64:00	36.00	0.20	18.00
3	8/09/2023	03:30	65:00	36.10	0.10	18.10
3	8/09/2023	04:30	66:00	36.30	0.20	18.30
3	8/09/2023	05:30	67:00	36.40	0.10	18.40
3	8/09/2023	06:30	68:00	36.50	0.10	18.50
3	8/09/2023	07:30	69:00	36.60	0.10	18.60
3	8/09/2023	08:30	70:00	36.80	0.20	18.80
3	8/09/2023	09:30	71:00	36.90	0.10	18.90
3	8/09/2023	10:30	72:00	37.00	0.10	19.00

La tabla 38 nos muestra que la capilaridad del muro estabilizado con cemento al 8% en periodo prolongado de inundación es de 19.00 cm.

Teniendo en cuenta que el muro hecho con bloques de tierra estabilizados al 8% no se derrumbó, entonces se procedió a tomar medidas de capilaridad todos los días. Se tomo medidas del muro por 19 días consecutivo, comprobándose que este es apto para soportar la inundación.

Tabla 39: Capilaridad del muro con bloques de tierra estabilizados con 8% de cemento

PRUEBA DE SIMULACIÓN DE INUNDACIÓN						
Tesis: Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales						
Tesisista: Yanelly Julon Fernandez						
Capilaridad del muro estabilizado al 8% de cemento en periodo prolongado de inundación (PPI)						
Día	Fecha	Hora	Tiempo (días)	Capilaridad		
				Lect (cm)	ΔH (cm)	ΔH acumulada (cm)
0	5/09/2023	10:30	0	18.00	0.00	0.00
1	6/09/2023	10:30	1	30.00	12.00	12.00
2	7/09/2023	10:30	2	33.50	3.50	15.50
3	8/09/2023	10:30	3	37.00	3.50	19.00
4	9/09/2023	10:30	4	38.00	1.00	20.00
5	10/09/2023	10:30	5	39.00	1.00	21.00
6	11/09/2023	10:30	6	40.00	1.00	22.00
7	12/09/2023	10:30	7	41.00	1.00	23.00
8	13/09/2023	10:30	8	43.00	2.00	25.00
9	14/09/2023	10:30	9	44.00	1.00	26.00
10	15/09/2023	10:30	10	45.00	1.00	27.00
11	16/09/2023	10:30	11	46.00	1.00	28.00
12	17/09/2023	10:30	12	47.00	1.00	29.00
13	18/09/2023	10:30	13	47.50	0.50	29.50
14	19/09/2023	10:30	14	48.00	0.50	30.00
15	20/09/2023	10:30	15	48.50	0.50	30.50
16	21/09/2023	10:30	16	49.00	0.50	31.00
17	22/09/2023	10:30	17	49.50	0.50	31.50
18	23/09/2023	10:30	18	50.00	0.50	32.00
19	24/09/2023	10:30	19	51.00	1.00	33.00

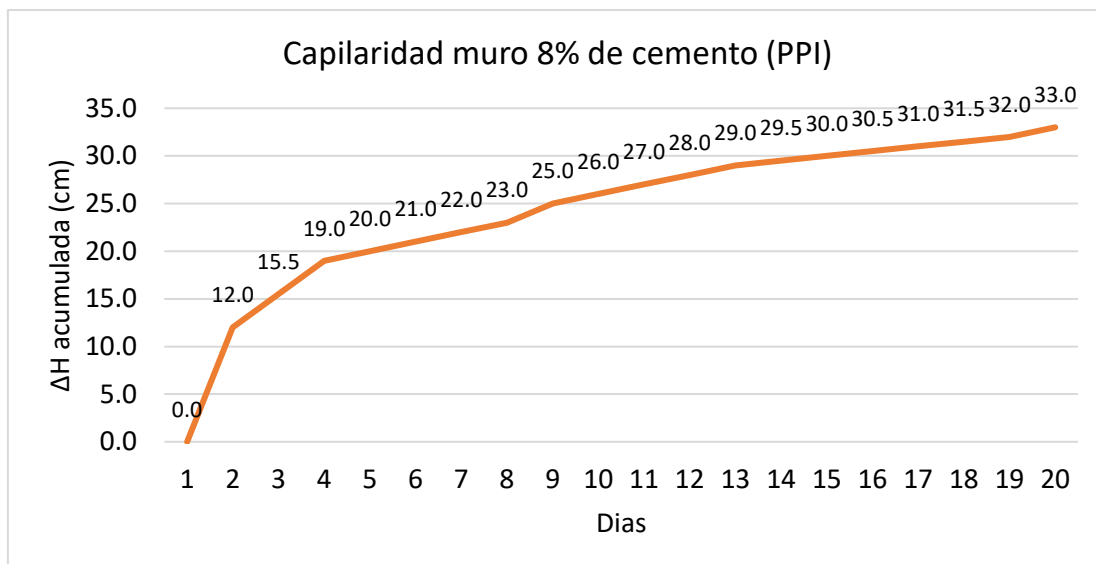


Gráfico 18: Capilaridad muro 8% de cemento (PPI)

En la tabla 39 y gráfico 18 se observa que la capilaridad del muro de bloques de tierra estabilizados con cemento al 8% en el periodo de 19 días es de 33 cm.

Absorción

Absorción en el periodo corto de inundación (PCI)

Tabla 40: Absorción del muro patrón en periodo corto de inundación (PCI)

PRUEBA DE SIMULACIÓN DE INUNDACIÓN								
Tesis: Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales								
Tesis: Yanely Julon Fernandez								
Absorción del muro patrón en periodo corto de inundación (PCI)								
Día	Fecha	Hora	Tiempo	Absorción				
				Lect (cm)	ΔH (cm)	Vol de agua abs (m3)	Vol agua abs (L)	Vol agua abs acum (L)
1	5/09/2023	10:30	00:00	18.00	0.00	0.0000	0.00	0.00
1	5/09/2023	10:40	00:10	17.50	0.50	0.0022	2.15	2.15
1	5/09/2023	10:50	00:20	17.00	0.50	0.0022	2.15	4.30
1	5/09/2023	11:00	00:30	16.60	0.40	0.0017	1.72	6.02
1	5/09/2023	11:10	00:40	16.00	0.60	0.0026	2.58	8.60
1	5/09/2023	11:20	00:50	15.50	0.50	0.0022	2.15	10.75
1	5/09/2023	11:30	01:00	15.00	0.50	0.0022	2.15	12.90
1	5/09/2023	11:40	01:10	14.50	0.50	0.0022	2.15	15.05
1	5/09/2023	11:50	01:20	14.00	0.50	0.0022	2.15	17.20
1	5/09/2023	12:00	01:30	13.60	0.40	0.0017	1.72	18.92
1	5/09/2023	12:10	01:40	13.00	0.60	0.0026	2.58	21.50
1	5/09/2023	12:20	01:50	12.70	0.30	0.0013	1.29	22.79
1	5/09/2023	12:30	02:00	12.50	0.20	0.0009	0.86	23.65

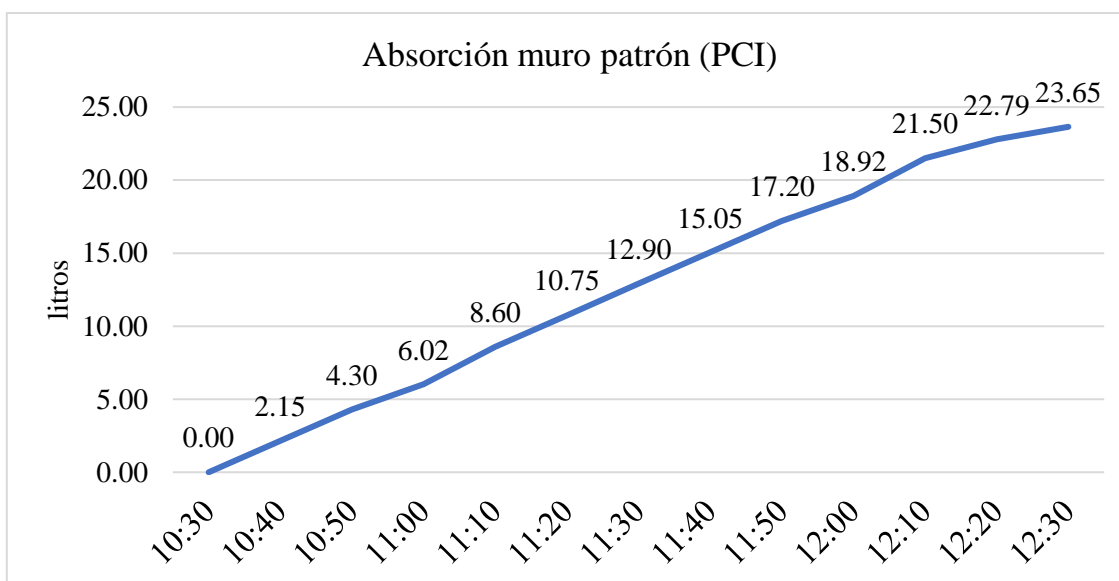


Gráfico 19: Absorción muro patrón (PCI)

En la tabla 40 y gráfico 19 se puede observar que el muro patrón observó 23.65 litros de agua en el transcurso de dos horas.

Tabla 41: Absorción del muro estabilizado al 3 % de cemento en periodo corto de inundación

PRUEBA DE SIMULACIÓN DE INUNDACIÓN								
Tesis: Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales								
Tesisista: Yanely Julon Fernandez								
Absorción del muro estabilizado al 3% de cemento en periodo corto de inundación (PCI)								
Día	Fecha	Hora	Tiempo	Absorción				
				Lect (cm)	ΔH (cm)	Vol. de agua abs (m ³)	Vol. agua abs (L)	Vol. agua abs acum (L)
1	5/09/2023	10:30	00:00	18.00	0.00	0.0000	0.00	0.00
1	5/09/2023	10:40	00:10	17.60	0.40	0.0017	1.72	1.72
1	5/09/2023	10:50	00:20	17.20	0.40	0.0017	1.72	3.44
1	5/09/2023	11:00	00:30	16.80	0.40	0.0017	1.72	5.16
1	5/09/2023	11:10	00:40	16.30	0.50	0.0022	2.15	7.31
1	5/09/2023	11:20	00:50	16.00	0.30	0.0013	1.29	8.60
1	5/09/2023	11:30	01:00	15.50	0.50	0.0022	2.15	10.75
1	5/09/2023	11:40	01:10	15.00	0.50	0.0022	2.15	12.90
1	5/09/2023	11:50	01:20	14.70	0.30	0.0013	1.29	14.19
1	5/09/2023	12:00	01:30	14.30	0.40	0.0017	1.72	15.91
1	5/09/2023	12:10	01:40	14.00	0.30	0.0013	1.29	17.20
1	5/09/2023	12:20	01:50	13.70	0.30	0.0013	1.29	18.49
1	5/09/2023	12:30	02:00	13.50	0.20	0.0009	0.86	19.35

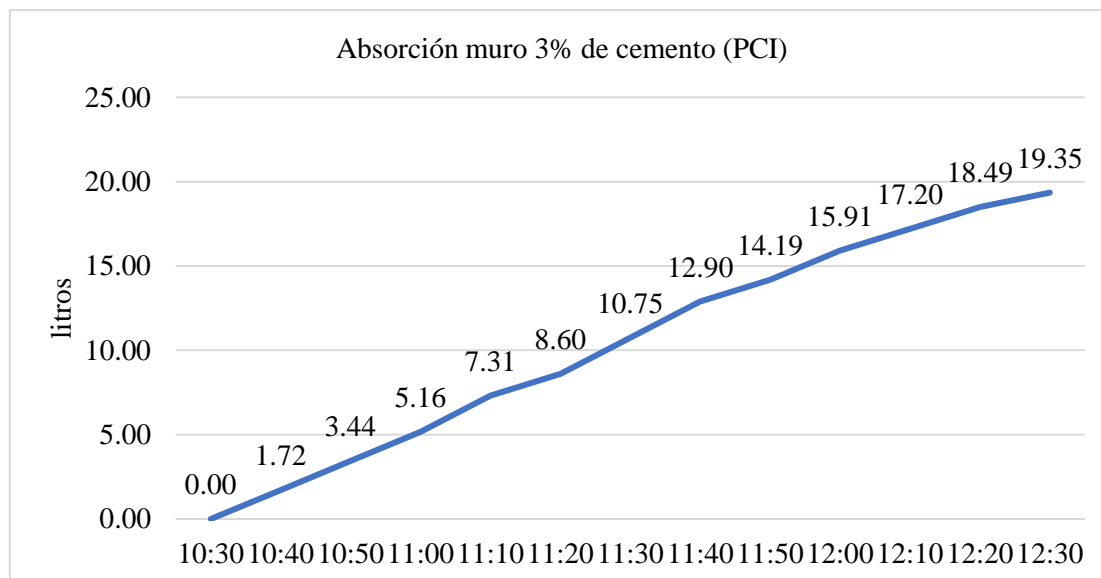


Gráfico 20: Absorción muro 3% de cemento (PCI)

En la tabla 41 y grafico 20 se muestra que el muro estabilizado al 3% de cemento absorbió 19, 35 litros de agua en el transcurso de 2 horas.

Tabla 42: Absorción del muro estabilizado con 5% de cemento en periodo corto de inundación (PCI)

PRUEBA DE SIMULACIÓN DE INUNDACIÓN								
Tesis: Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales								
Tesista: Yanely Julon Fernandez								
Absorción del muro estabilizado al 5% de cemento en periodo corto de inundación (PCI)								
Día	Fecha	Hora	Tiempo	Absorción				
				Lect (cm)	ΔH (cm)	Vol. de agua abs (m ³)	Vol. agua abs (L)	Vol. agua abs acum (L)
1	5/09/2023	10:30	00:00	18.00	0.00	0.0000	0.00	0.00
1	5/09/2023	10:40	00:10	17.60	0.40	0.0017	1.72	1.72
1	5/09/2023	10:50	00:20	17.30	0.30	0.0013	1.29	3.01
1	5/09/2023	11:00	00:30	17.00	0.30	0.0013	1.29	4.30
1	5/09/2023	11:10	00:40	16.60	0.40	0.0017	1.72	6.02
1	5/09/2023	11:20	00:50	16.20	0.40	0.0017	1.72	7.74
1	5/09/2023	11:30	01:00	15.80	0.40	0.0017	1.72	9.46
1	5/09/2023	11:40	01:10	15.50	0.30	0.0013	1.29	10.75
1	5/09/2023	11:50	01:20	15.10	0.40	0.0017	1.72	12.47
1	5/09/2023	12:00	01:30	14.70	0.40	0.0017	1.72	14.19
1	5/09/2023	12:10	01:40	14.50	0.20	0.0009	0.86	15.05
1	5/09/2023	12:20	01:50	14.20	0.30	0.0013	1.29	16.34
1	5/09/2023	12:30	02:00	14.00	0.20	0.0009	0.86	17.20

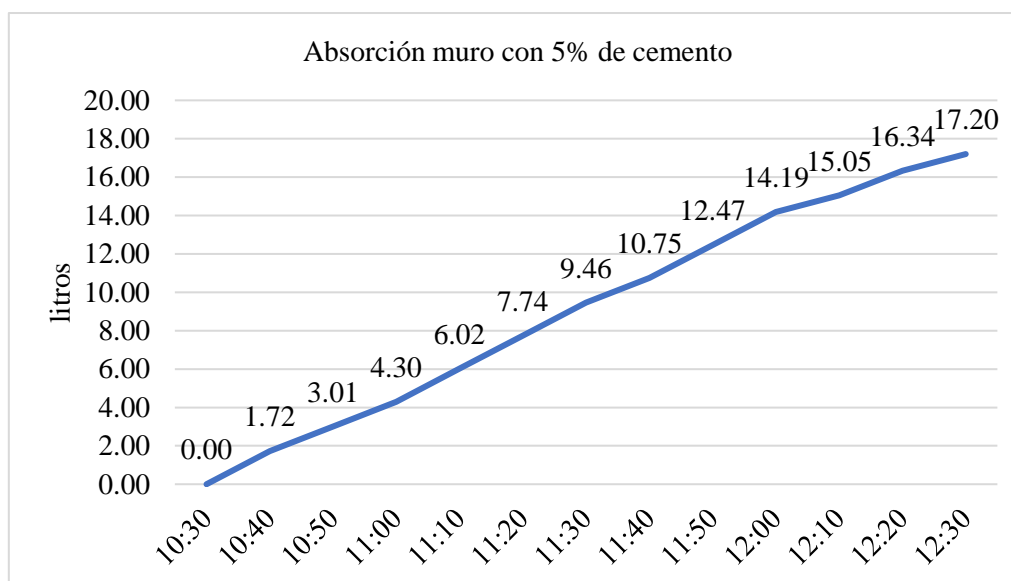


Gráfico 21: Absorción muro con 5% de cemento

En la tabla 42 y gráfico 21 se muestra que el muro estabilizado al 5% de cemento absorbió 17.20 litros de agua en el transcurso de 2 horas.

Tabla 43: Absorción del muro estabilizado al 8% de cemento en periodo corto de inundación

PRUEBA DE SIMULACIÓN DE INUNDACIÓN								
Tesis: Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales								
Tesisista: Yanely Julon Fernandez								
Absorción del muro estabilizado al 8% de cemento en periodo corto de inundación (PCI)								
Día	Fecha	Hora	Tiempo	Absorción				
				Lect (cm)	ΔH (cm)	Vol. de agua abs (m ³)	Vol. agua abs (L)	Vol. agua abs acum (L)
1	5/09/2023	10:30	00:00	18.00	0.00	0.0000	0.00	0.00
1	5/09/2023	10:40	00:10	17.70	0.30	0.0013	1.29	1.29
1	5/09/2023	10:50	00:20	17.50	0.20	0.0009	0.86	2.15
1	5/09/2023	11:00	00:30	17.20	0.30	0.0013	1.29	3.44
1	5/09/2023	11:10	00:40	17.00	0.20	0.0009	0.86	4.30
1	5/09/2023	11:20	00:50	16.80	0.20	0.0009	0.86	5.16
1	5/09/2023	11:30	01:00	16.50	0.30	0.0013	1.29	6.45
1	5/09/2023	11:40	01:10	16.30	0.20	0.0009	0.86	7.31
1	5/09/2023	11:50	01:20	16.00	0.30	0.0013	1.29	8.60
1	5/09/2023	12:00	01:30	15.80	0.20	0.0009	0.86	9.46
1	5/09/2023	12:10	01:40	15.50	0.30	0.0013	1.29	10.75
1	5/09/2023	12:20	01:50	15.20	0.30	0.0013	1.29	12.04
1	5/09/2023	12:30	02:00	15.00	0.20	0.0009	0.86	12.90

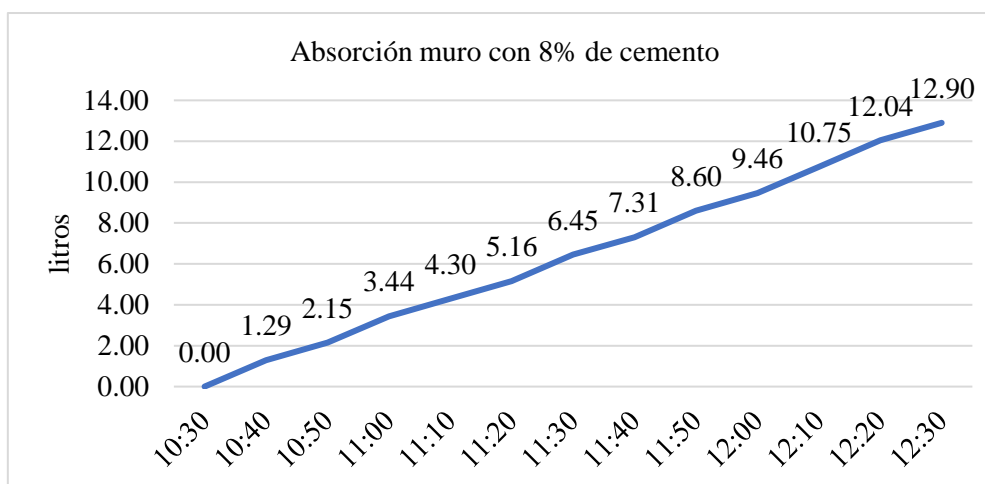


Gráfico 22: Absorción muro con 8% de cemento

En la tabla 43 y gráfico 22 se muestra que el muro estabilizado al 8% de cemento absorbió 12.90 litros de agua en el transcurso de 2 horas.

Absorción en el periodo prolongado de inundación (PPI)

Tabla 44: Absorción del muro estabilizado al 3% de cemento en periodo prolongado de inundación (PPI)

PRUEBA DE SIMULACIÓN DE INUNDACIÓN								
Tesis: Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales								
Tesisista: Yanely Julon Fernandez								
Absorción del muro estabilizado al 3% de cemento en periodo prolongado de inundación (PPI)								
Día	Fecha	Hora	Tiempo	Absorción				
				Lect (cm)	ΔH (cm)	Vol. de agua abs (m3)	Vol. agua abs (L)	Vol. agua abs acum (L)
1	5/09/2023	10:30	00:00	18.00	0.00	0.0000	0.00	0.00
1	5/09/2023	10:40	00:10	17.60	0.40	0.0017	1.72	1.72
1	5/09/2023	10:50	00:20	17.20	0.40	0.0017	1.72	3.44
1	5/09/2023	11:00	00:30	16.80	0.40	0.0017	1.72	5.16
1	5/09/2023	11:10	00:40	16.30	0.50	0.0022	2.15	7.31
1	5/09/2023	11:20	00:50	16.00	0.30	0.0013	1.29	8.60
1	5/09/2023	11:30	01:00	15.50	0.50	0.0022	2.15	10.75
1	5/09/2023	11:40	01:10	15.00	0.50	0.0022	2.15	12.90
1	5/09/2023	11:50	01:20	14.70	0.30	0.0013	1.29	14.19
1	5/09/2023	12:00	01:30	14.30	0.40	0.0017	1.72	15.91
1	5/09/2023	12:10	01:40	14.00	0.30	0.0013	1.29	17.20
1	5/09/2023	12:20	01:50	13.70	0.30	0.0013	1.29	18.49
1	5/09/2023	12:30	02:00	13.50	0.20	0.0009	0.86	19.35
1	5/09/2023	13:30	03:00	13.30	0.20	0.0009	0.86	20.21
1	5/09/2023	14:30	04:00	13.10	0.20	0.0009	0.86	21.07
1	5/09/2023	15:30	05:00	12.80	0.30	0.0013	1.29	22.36

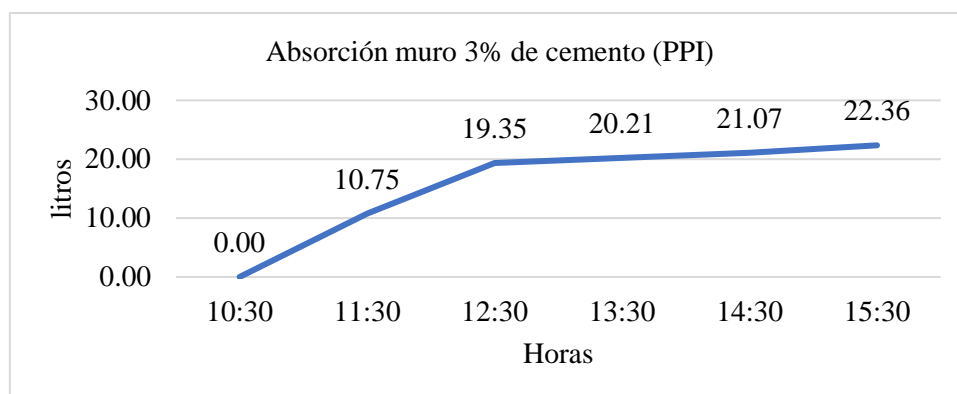


Gráfico 23: Absorción muro 3% de cemento (PPI)

En la tabla 44 y grafico 23 se muestra que el muro estabilizado al 3% de cemento absorbió 22.36 litros de agua en el transcurso de 5 horas antes de su colapso.

Tabla 45: Absorción del muro estabilizado al 5% de cemento en periodo prolongado de inundación (PPI)

PRUEBA DE SIMULACIÓN DE INUNDACIÓN								
Tesis: Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales								
Tesisista: Yanely Julon Fernandez								
Absorción del muro estabilizado al 5% de cemento en periodo prolongado de inundación (PPI)								
Día	Fecha	Hora	Tiempo	Absorción				
				Lect (cm)	ΔH (cm)	Vol. de agua abs (m3)	Vol. agua abs (L)	Vol. agua abs acum (L)
1	5/09/2023	10:30	00:00	18.00	0.00	0.0000	0.00	0.00
1	5/09/2023	10:40	00:10	17.60	0.40	0.0017	1.72	1.72
1	5/09/2023	10:50	00:20	17.30	0.30	0.0013	1.29	3.01
1	5/09/2023	11:00	00:30	17.00	0.30	0.0013	1.29	4.30
1	5/09/2023	11:10	00:40	16.60	0.40	0.0017	1.72	6.02
1	5/09/2023	11:20	00:50	16.20	0.40	0.0017	1.72	7.74
1	5/09/2023	11:30	01:00	15.80	0.40	0.0017	1.72	9.46
1	5/09/2023	11:40	01:10	15.50	0.30	0.0013	1.29	10.75
1	5/09/2023	11:50	01:20	15.10	0.40	0.0017	1.72	12.47
1	5/09/2023	12:00	01:30	14.70	0.40	0.0017	1.72	14.19
1	5/09/2023	12:10	01:40	14.50	0.20	0.0009	0.86	15.05
1	5/09/2023	12:20	01:50	14.20	0.30	0.0013	1.29	16.34
1	5/09/2023	12:30	02:00	14.00	0.20	0.0009	0.86	17.20
1	5/09/2023	13:30	03:00	13.80	0.20	0.0009	0.86	18.06
1	5/09/2023	14:30	04:00	13.60	0.20	0.0009	0.86	18.92
1	5/09/2023	15:30	05:00	13.30	0.30	0.0013	1.29	20.21
1	5/09/2023	16:30	06:00	13.00	0.30	0.0013	1.29	21.50
1	5/09/2023	17:30	07:00	12.80	0.20	0.0009	0.86	22.36
1	5/09/2023	18:30	08:00	12.60	0.20	0.0009	0.86	23.22

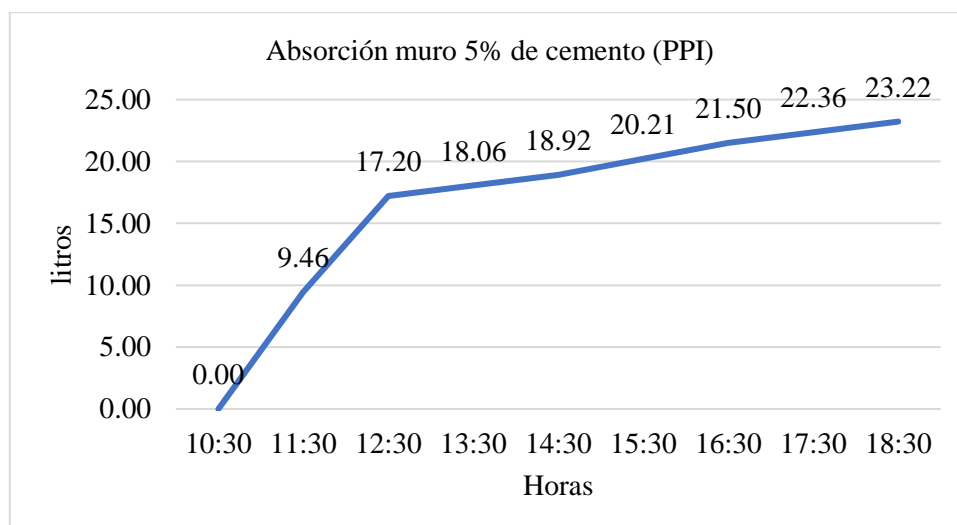


Gráfico 24: Absorción muro 5% de cemento (PPI)

En la tabla 45 y gráfico 24 se muestra que el muro estabilizado al 5% de cemento absorbió 23.22 litros de agua en el transcurso de 8 horas antes de su colapso.

Tabla 46: Absorción del muro estabilizado al 8% en periodo prolongado de inundación (PPI)

PRUEBA DE SIMULACIÓN DE INUNDACIÓN								
Tesis: Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales								
Tesisista: Yanely Julon Fernandez								
Absorción del muro estabilizado al 8% de cemento en periodo prolongado de inundación (PPI)								
Día	Fecha	Hora	Tiempo	Absorción				
				Lect (cm)	ΔH (cm)	Vol. de agua abs (m3)	Vol. agua abs (L)	Vol. agua abs acum (L)
1	5/09/2023	10:30	00:00	18.00	0.00	0.0000	0.00	0.00
1	5/09/2023	10:40	00:10	17.70	0.30	0.0013	1.29	1.29
1	5/09/2023	10:50	00:20	17.50	0.20	0.0009	0.86	2.15
1	5/09/2023	11:00	00:30	17.20	0.30	0.0013	1.29	3.44
1	5/09/2023	11:10	00:40	17.00	0.20	0.0009	0.86	4.30
1	5/09/2023	11:20	00:50	16.80	0.20	0.0009	0.86	5.16
1	5/09/2023	11:30	01:00	16.50	0.30	0.0013	1.29	6.45
1	5/09/2023	11:40	01:10	16.30	0.20	0.0009	0.86	7.31
1	5/09/2023	11:50	01:20	16.00	0.30	0.0013	1.29	8.60
1	5/09/2023	12:00	01:30	15.80	0.20	0.0009	0.86	9.46
1	5/09/2023	12:10	01:40	15.50	0.30	0.0013	1.29	10.75
1	5/09/2023	12:20	01:50	15.20	0.30	0.0013	1.29	12.04

1	5/09/2023	12:30	02:00	15.00	0.20	0.0009	0.86	12.90
1	5/09/2023	13:30	03:00	14.80	0.20	0.0009	0.86	13.76
1	5/09/2023	14:30	04:00	14.70	0.10	0.0004	0.43	14.19
1	5/09/2023	15:30	05:00	14.50	0.20	0.0009	0.86	15.05
1	5/09/2023	16:30	06:00	14.30	0.20	0.0009	0.86	15.91
1	5/09/2023	17:30	07:00	14.10	0.20	0.0009	0.86	16.77
1	5/09/2023	18:30	08:00	14.00	0.10	0.0004	0.43	17.20
1	5/09/2023	19:30	09:00	13.90	0.10	0.0004	0.43	17.63
1	5/09/2023	20:30	10:00	13.80	0.10	0.0004	0.43	18.06
1	5/09/2023	21:30	11:00	13.70	0.10	0.0004	0.43	18.49
1	5/09/2023	22:30	12:00	13.60	0.10	0.0004	0.43	18.92
1	5/09/2023	23:30	13:00	13.50	0.10	0.0004	0.43	19.35
1	6/09/2023	00:30	14:00	13.40	0.10	0.0004	0.43	19.78
1	6/09/2023	01:30	15:00	13.30	0.10	0.0004	0.43	20.21
1	6/09/2023	02:30	16:00	13.20	0.10	0.0004	0.43	20.64
1	6/09/2023	03:30	17:00	13.10	0.10	0.0004	0.43	21.07
1	6/09/2023	04:30	18:00	13.00	0.10	0.0004	0.43	21.50
1	6/09/2023	05:30	19:00	12.90	0.10	0.0004	0.43	21.93
1	6/09/2023	06:30	20:00	12.80	0.10	0.0004	0.43	22.36
1	6/09/2023	07:30	21:00	12.70	0.10	0.0004	0.43	22.79
1	6/09/2023	08:30	22:00	12.60	0.10	0.0004	0.43	23.22
1	6/09/2023	09:30	23:00	12.50	0.10	0.0004	0.43	23.65
1	6/09/2023	10:30	24:00	12.30	0.20	0.0009	0.86	24.51
2	6/09/2023	11:30	25:00	12.20	0.10	0.0004	0.43	24.94
2	6/09/2023	12:30	26:00	12.10	0.10	0.0004	0.43	25.37
2	6/09/2023	13:30	27:00	12.00	0.10	0.0004	0.43	25.80
2	6/09/2023	14:30	28:00	11.90	0.10	0.0004	0.43	26.23
2	6/09/2023	15:30	29:00	11.80	0.10	0.0004	0.43	26.66
2	6/09/2023	16:30	30:00	11.70	0.10	0.0004	0.43	27.09
2	6/09/2023	17:30	31:00	11.60	0.10	0.0004	0.43	27.52
2	6/09/2023	18:30	32:00	11.50	0.10	0.0004	0.43	27.95
2	6/09/2023	19:30	33:00	11.40	0.10	0.0004	0.43	28.38
2	6/09/2023	20:30	34:00	11.30	0.10	0.0004	0.43	28.81
2	6/09/2023	21:30	35:00	11.20	0.10	0.0004	0.43	29.24
2	6/09/2023	22:30	36:00	11.10	0.10	0.0004	0.43	29.67
2	6/09/2023	23:30	37:00	11.00	0.10	0.0004	0.43	30.10
2	7/09/2023	00:30	38:00	10.90	0.10	0.0004	0.43	30.53
2	7/09/2023	01:30	39:00	10.80	0.10	0.0004	0.43	30.96
2	7/09/2023	02:30	40:00	10.70	0.10	0.0004	0.43	31.39
2	7/09/2023	03:30	41:00	10.60	0.10	0.0004	0.43	31.82
2	7/09/2023	04:30	42:00	10.50	0.10	0.0004	0.43	32.25
2	7/09/2023	05:30	43:00	10.40	0.10	0.0004	0.43	32.68
2	7/09/2023	06:30	44:00	10.30	0.10	0.0004	0.43	33.11
2	7/09/2023	07:30	45:00	10.20	0.10	0.0004	0.43	33.54
2	7/09/2023	08:30	46:00	10.10	0.10	0.0004	0.43	33.97

2	7/09/2023	09:30	47:00	10.00	0.10	0.0004	0.43	34.40
2	7/09/2023	10:30	48:00	9.90	0.10	0.0004	0.43	34.83
3	7/09/2023	11:30	49:00	9.80	0.10	0.0004	0.43	35.26
3	7/09/2023	12:30	50:00	9.70	0.10	0.0004	0.43	35.69
3	7/09/2023	13:30	51:00	9.60	0.10	0.0004	0.43	36.12
3	7/09/2023	14:30	52:00	9.50	0.10	0.0004	0.43	36.55
3	7/09/2023	15:30	53:00	9.40	0.10	0.0004	0.43	36.98
3	7/09/2023	16:30	54:00	9.30	0.10	0.0004	0.43	37.41
3	7/09/2023	17:30	55:00	9.20	0.10	0.0004	0.43	37.84
3	7/09/2023	18:30	56:00	9.10	0.10	0.0004	0.43	38.27
3	7/09/2023	19:30	57:00	9.00	0.10	0.0004	0.43	38.70
3	7/09/2023	20:30	58:00	8.90	0.10	0.0004	0.43	39.13
3	7/09/2023	21:30	59:00	8.80	0.10	0.0004	0.43	39.56
3	7/09/2023	22:30	60:00	8.70	0.10	0.0004	0.43	39.99
3	7/09/2023	23:30	61:00	8.60	0.10	0.0004	0.43	40.42
3	8/09/2023	00:30	62:00	8.50	0.10	0.0004	0.43	40.85
3	8/09/2023	01:30	63:00	8.40	0.10	0.0004	0.43	41.28
3	8/09/2023	02:30	64:00	8.30	0.10	0.0004	0.43	41.71
3	8/09/2023	03:30	65:00	8.20	0.10	0.0004	0.43	42.14
3	8/09/2023	04:30	66:00	8.10	0.10	0.0004	0.43	42.57
3	8/09/2023	05:30	67:00	8.00	0.10	0.0004	0.43	43.00
3	8/09/2023	06:30	68:00	7.90	0.10	0.0004	0.43	43.43
3	8/09/2023	07:30	69:00	7.80	0.10	0.0004	0.43	43.86
3	8/09/2023	08:30	70:00	7.70	0.10	0.0004	0.43	44.29
3	8/09/2023	09:30	71:00	7.60	0.10	0.0004	0.43	44.72
3	8/09/2023	10:30	72:00	7.5	0.10	0.0004	0.43	45.15

En la tabla 46 se muestra que el muro estabilizado al 8% de cemento absorbió 45.15 litros de agua en el transcurso de 72 horas.

Tabla 47: Absorción del muro estabilizado al 8% de cemento en periodo prolongado de inundación (PPI)

PRUEBA DE SIMULACIÓN DE INUNDACIÓN								
Tesis: Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales								
Tesista: Yanely Julon Fernandez								
Absorción del muro estabilizado al 8% de cemento en periodo prolongado de inundación (PPI)								
Día	Fecha	Hora	Tiempo (días)	Absorción				
				Lect (cm)	ΔH (cm)	Vol. de agua abs (m ³)	Vol. agua abs (L)	Vol. agua abs acum (L)
0	5/09/2023	10:30	0	18.00	0.00	0.0000	0.00	0.00
1	6/09/2023	10:30	1	12.30	5.70	0.0245	24.51	24.51
2	7/09/2023	10:30	2	9.90	2.40	0.0103	10.32	34.83
3	8/09/2023	10:30	3	7.50	2.40	0.0103	10.32	45.15
4	9/09/2023	10:30	4	7.20	0.30	0.0013	1.29	46.44
5	10/09/2023	10:30	5	6.80	0.40	0.0017	1.72	48.16
6	11/09/2023	10:30	6	6.40	0.40	0.0017	1.72	49.88
7	12/09/2023	10:30	7	6.00	0.40	0.0017	1.72	51.60
8	13/09/2023	10:30	8	5.00	1.00	0.0043	4.30	55.90
9	14/09/2023	10:30	9	4.50	0.50	0.0022	2.15	58.05
AGUA REPUESTA								58.05
10	15/09/2023	10:30	10	18	0.00	0.0000	0.00	58.05
11	16/09/2023	10:30	11	17.50	0.50	0.0022	2.15	60.20
12	17/09/2023	10:30	12	17.00	0.50	0.0022	2.15	62.35
13	18/09/2023	10:30	13	16.00	1.00	0.0043	4.30	66.65
14	19/09/2023	10:30	14	15.50	0.50	0.0022	2.15	68.80
15	20/09/2023	10:30	15	15.00	0.50	0.0022	2.15	70.95
16	21/09/2023	10:30	16	14.00	1.00	0.0043	4.30	75.25
17	22/09/2023	10:30	17	13.50	0.50	0.0022	2.15	77.40
18	23/09/2023	10:30	18	13.00	0.50	0.0022	2.15	79.55
19	24/09/2023	10:30	19	12.00	1.00	0.0043	4.30	83.85

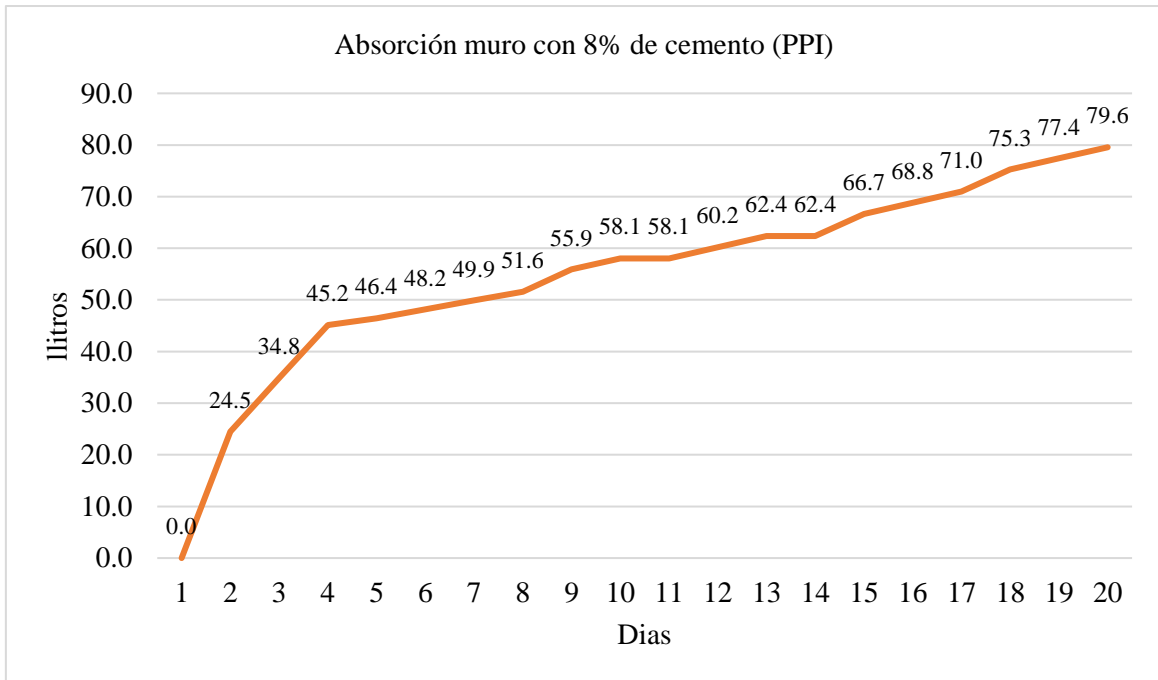


Gráfico 25: Absorción muro con 8% de cemento (PPI)

En la tabla 47 y gráfico 25 se muestra que el muro estabilizado al 8% de cemento absorbió 83.85 litros de agua en el transcurso de 19 días.

Análisis económico de los bloques convencionales y bloques de tierra estabilizados

El análisis económico se realizó con la finalidad de evaluar el costo por unidad de bloque de tierra convencional y compararla con las unidades de bloques de tierra estabilizadas con cemento al 3%, 5% y 8 %.

Bloque de tierra convencional

Tabla 48: Costo unitario del bloque de tierra convencional

Bloque de tierra patrón			Costo por unidad S/.		0.22
Unidad	Un				
Rendimiento	Un/día	500.00			
Recursos	Unid	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
Operario	hh	1.000	0.016	8.125	0.13
Peón	hh	1.000	0.016	5.000	0.08
					0.21
Materiales					
agua	m3		0.008	0.010	0.00
tierra	m3		0.008	0.032	0.00
paja	kg		0.010	0.100	0.00
					0.00
Equipos					
Herramientas	%				
bloque de tierra	M.O.		3.000	0.210	0.01
					0.01

En la tabla 48 se puede observar que el costo unitario del bloque de tierra convencional es de 0.22 soles.

Bloque de tierra estabilizado al 3% de cemento

Tabla 49: Costo unitario del bloque de tierra estabilizado al 3% de cemento

Bloque de tierra estabilizado al 3% de cemento Costo por unidad S/.						0.47
Unidad	Un					
Rendimiento	Un/día	500.00				
Recursos	Unid	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
Operario	hh	1.000	0.016	8.125	0.13	
Peón	hh	1.000	0.016	5.000	0.08	
					0.21	
Materiales						
agua	m3		0.008	0.010	0.00	
tierra	m3		0.008	0.032	0.00	
paja	kg		0.010	0.100	0.00	
cemento	kg		0.574	0.432	0.25	
					0.25	
Equipos						
Herramientas						
bloque de tierra	% M.O.		3.000	0.210	0.01	
					0.01	

En la tabla 49 se puede observar que el costo unitario del bloque de tierra estabilizado al 3% de cemento es de 0.47 soles.

Bloque de tierra estabilizado al 5% de cemento

Tabla 50: Costo unitario del bloque de tierra estabilizado al 5% de cemento

Bloque de tierra estabilizado al 5% de cemento					Costo por unidad S/.	0.91
Unidad	Un					
Rendimiento	Un/día	500.00				
Recursos	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
Operario	hh	1.000	0.016	8.125	0.13	
Peón	hh	1.000	0.016	5.000	0.08	
					0.21	
Materiales						
agua	m3		0.008	0.010	0.00	
tierra	m3		0.008	0.032	0.00	
paja	kg		0.010	0.100	0.00	
cemento	kg		0.956	0.720	0.69	
					0.69	
Equipos						
Herramientas	%					
bloque de tierra	M.O.		3.000	0.210	0.01	
					0.01	

En la tabla 50 se puede observar que el costo unitario del bloque de tierra estabilizado al 5% de cemento es de 0.91 soles.

Bloque de tierra estabilizado al 8% de cemento

Tabla 51: Costo unitario del bloque de tierra estabilizado al 8% de cemento

Bloque de tierra estabilizado al 8% de cemento Costo por unidad S/. 1.98					
Unidad	Un				
Rendimiento	Un/día	500.00			
Recursos	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
Operario	hh	1.000	0.016	8.125	0.13
Peón	hh	1.000	0.016	5.000	0.08
					0.21
Materiales					
agua	m3		0.008	0.010	0.00
tierra	m3		0.008	0.032	0.00
paja	kg		0.010	0.100	0.00
cemento	kg		1.530	1.152	1.76
					1.76
Equipos					
Herramientas					
bloque de tierra	% M.O.		3.000	0.210	0.01
					0.01

En la tabla 51 se puede observar que el costo unitario del bloque de tierra estabilizado al 8% de cemento es de 1.98 soles.

Análisis estadístico

Teniendo en cuenta que la siguiente investigación es de tipo experimental, entonces se realizó el análisis estadístico de los resultados obtenidos con el fin de comparar los resultados y ver las medidas de tendencia.

Población por cada tipo de bloque de tierra

Tabla 52: Población por cada tipo de adobe

Muestra	Cantidad
Bloque de tierra convencional	168
Bloque de tierra estabilizado al 3% de cemento	168
Bloque de tierra estabilizado al 5% de cemento	168
Bloque de tierra estabilizado al 8% de cemento	168
Total	672

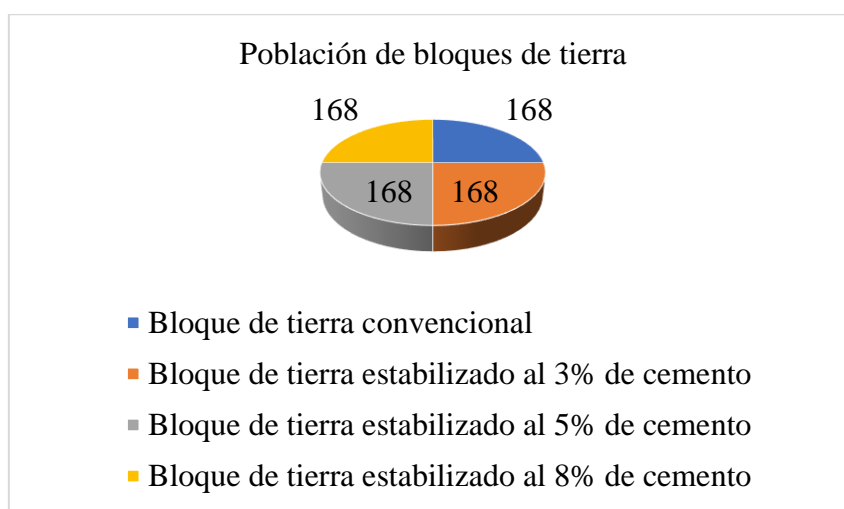


Gráfico 26: Población de bloques de tierra

En el gráfico 26 y tabla 52 se indica la cantidad de bloques de tierra que se realizaron según el tipo de dosificación, teniendo en cuenta que la cantidad total de muestras fueron de 672.

Cantidad de muestras por cada ensayo realizado

Tabla 53: Distribución de muestras por ensayo

Distribución de muestras	Cantidad
Ensayo de absorción	4%
Ensayo de succión	4%
Resistencia del material de tierra a la compresión (cubos)	4%
Resistencia del material de tierra a la compresión (ensayo brasileño de tracción)	4%
Resistencia del mortero a la tracción indirecta	2%
Resistencia del murete a la compresión	21%
Resistencia del murete a la tracción indirecta	32%
Simulación de inundación	31%
Total	100.00%

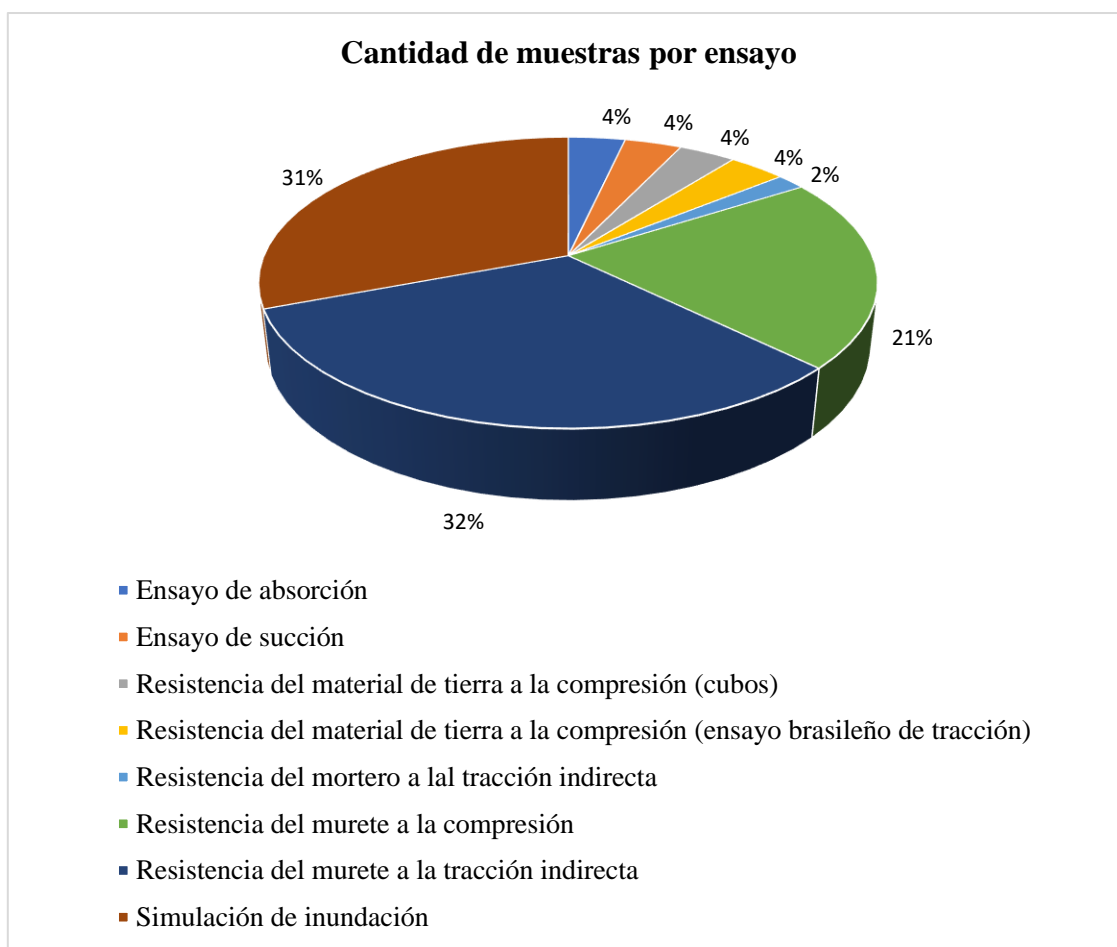


Gráfico 27: Cantidad de muestras por ensayo

En la tabla 53 y gráfico 27 se puede observar la cantidad de muestra por cada tipo de ensayo a realizarse.

Ensayo de succión

Tabla 54: Ensayo de succión - medidas de tendencia central

Ensayo de succión			
Bloque de tierra	Succión promedio	Media	Mediana
Patrón	27.02	69.90	62.71
3% cemento	127.17		
5% cemento	64.58		
8% cemento	60.83		

Nota: En la tabla se muestra la media y mediana del ensayo de succión

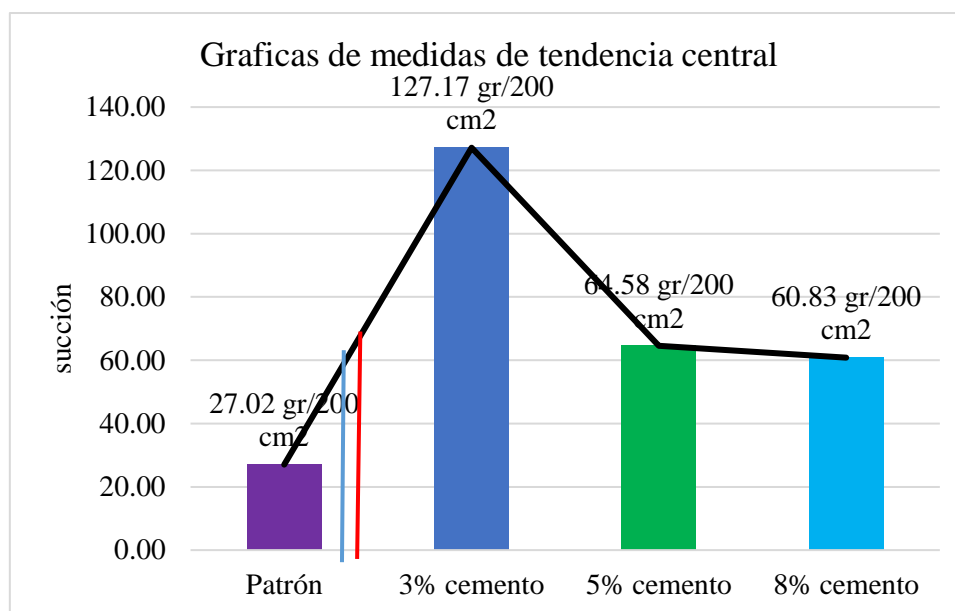


Gráfico 28: medidas de tendencia central para el ensayo de succión

En el gráfico 28 se observa que la media de los datos del ensayo de succión es de 69.90 gr/200 cm² el cual está representado por la línea de color rojo. La mediana es de 62.71 gr/200 cm² la cual está representada por línea azul, la cual indica que los valores están por debajo o por encima de este valor. Además, como la media es mayor a la mediana entonces se puede decir que la distribución no es simétrica, viene a ser una distribución sesgada a la derecha.

Tabla 55: Medidas de dispersión del ensayo de succión

Medidas de dispersión	
Promedio	69.90
Varianza	1742.97
Desv. Estándar	41.75
Coef. Variación	0.60
Máximo	127.17
Mínimo	27.02

En la tabla 55 nos indica la varianza que es de 1742.97, también nos muestra la desviación estándar que es 41.75 esto indica la dispersión de los datos obtenidos del ensayo de succión con respecto a su promedio, de esto se puede interpretar que los valores son dispersos ya que dos datos están fuera de los límites que nos da la desviación estándar.

Tabla 56: Elementos de gráfica de desviación estándar

Límites Máximos y Mínimos			
Succión	Promedio	Limite máx. desv	Limite min. desv
27.02	69.90	111.65	28.15
127.17	69.90	111.65	28.15
64.58	69.90	111.65	28.15
60.83	69.90	111.65	28.15

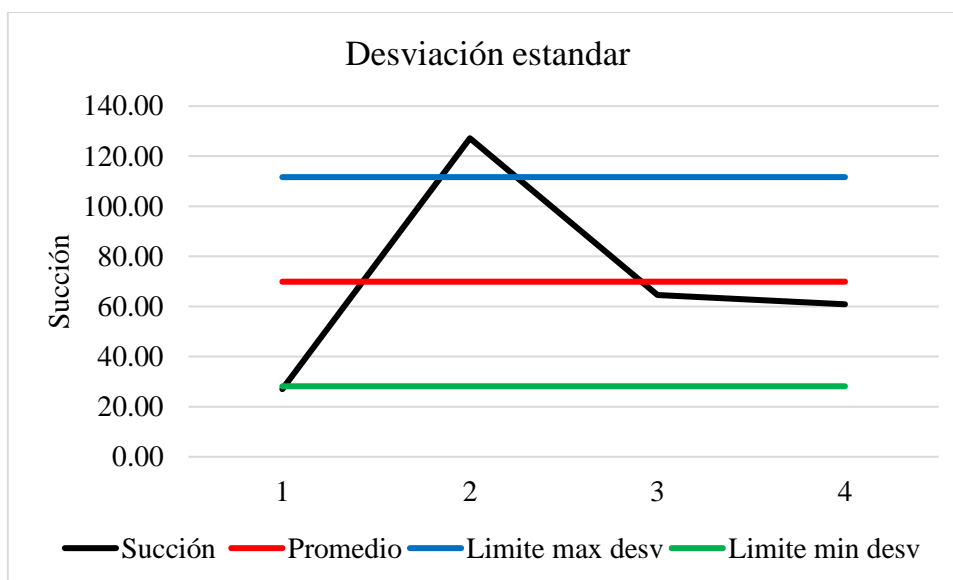


Gráfico 29: Desviación estándar del ensayo de succión

En el gráfico 29 se observa que la línea de color negro nos muestra los valores del ensayo de succión, la línea roja viene a ser el promedio de estos valores que es de 69.90 gr/200 cm², la línea color azul viene a ser el límite máximo de desviación estándar el cual es de 111.65 gr/200 cm² y la línea de color verde nos indica el límite mínimo de desviación estándar el cual es 28.15 gr/200 cm², de esto se puede deducir que dos de los valores del ensayo de succión están fuera de los límites de dispersión.

Ensayo de absorción

Tabla 57: Ensayo de absorción - medidas de tendencia central

Ensayo de absorción			
Bloque de tierra	Absorción promedio	Media	Mediana
3% cemento	37.30	35.23	35.70
5% cemento	32.70		
8% cemento	35.70		

Nota: En la tabla se muestra la media y mediana del ensayo de absorción

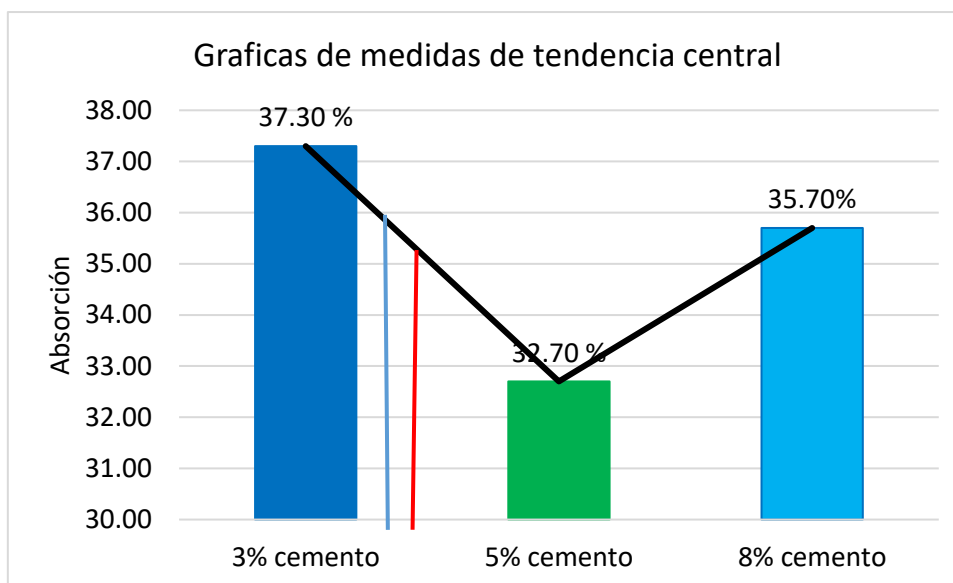


Gráfico 30: Medidas de tendencia central para el ensayo de absorción

En el gráfico 30 se observa que la media de los datos de absorción es de 35.23% que está representada por la línea de color rojo, la mediana tiene un valor de 35.70% la cual está representada con la línea de color azul, esto indica que los valores están por debajo o por encima de este valor. En lo que respecta a la simetría se puede decir que la gráfica es asimétrica ya que la mediana es mayor a la media, por ende, la distribución de los datos esta sesgada a la izquierda.

Tabla 58: Medidas de dispersión del ensayo de absorción

Medidas de dispersión	
Promedio	Media
Varianza	5.45
Desv. Estándar	2.34
Coef. Variación	0.07
Máximo	37.30
Mínimo	32.70

En la tabla 58 nos muestra las medidas de dispersión del ensayo de absorción el cual solo se tienen en cuenta los datos de los bloques de tierra estabilizados al 3%, 5% y 8%, ya que el bloque de tierra convencional no supero el ensayo absorción. Entonces en los datos se puede observar que la varianza es de 5.45%, con una desviación estándar de 2.34% este valor nos indica la dispersión que hay entre los datos del ensayo de succión con respecto a su promedio o media, de esto se puede concluir que los datos están dispersos ya que dos valores están fuera de los límites que nos presenta la desviación estándar. También se puede observar que es coeficiente de variación es de 0.07 esto nos indica que los valores no están tan alejados de la media.

Tabla 59: Elementos de la gráfica de desviación estándar

Límites Máximos y Mínimos			
Absorción	Promedio	Limite máx. desv	Limite min. desv
37.30	35.23	37.57	32.90
32.70	35.23	37.57	32.90
35.70	35.23	37.57	32.90

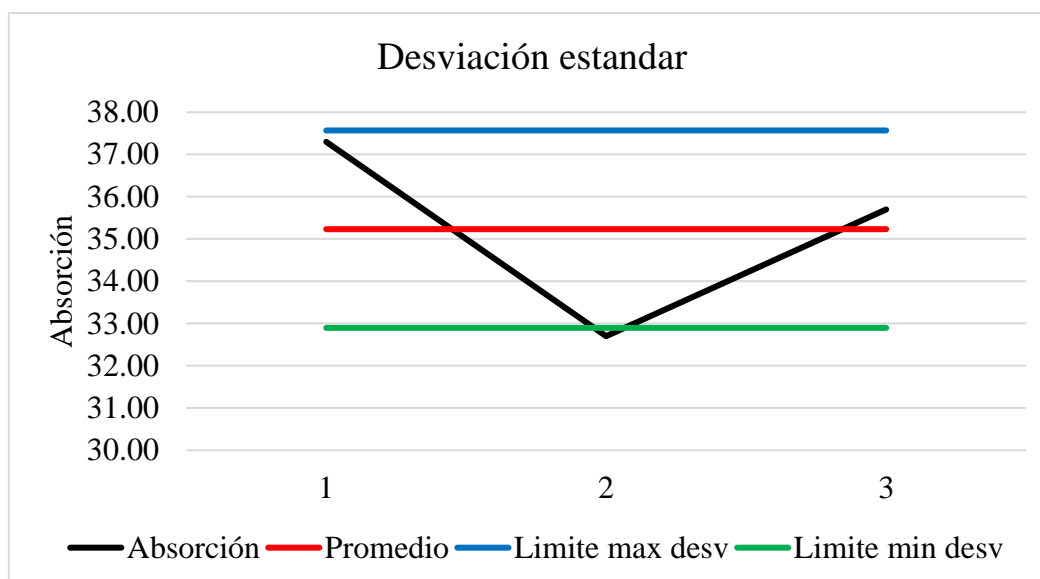


Gráfico 31: desviación estándar del ensayo de succión

En la gráfica 31 se puede observar que la línea de color negro nos indica los valores del ensayo de absorción, la línea roja nos muestra el promedio de estos valores que viene a ser estadísticamente la media que tiene un valor de 35.23%, la línea de color azul nos muestra el límite máximo de la desviación estándar que tiene un valor de 37.57%, la línea de color verde nos da el límite mínimo de la desviación estándar que tiene un valor de 32.90%, de todos estos datos se puede concluir que dos de los valores del ensayo de absorción se encuentra fuera de los límites de dispersión, y solo un valor se encuentra dentro de estos límites este valor pertenece a la absorción de los bloques de tierra estabilizados con cemento al 3%.

Ensayo de resistencia del material de tierra a la compresión (ensayo de compresión en cubos)

Tabla 60: Ensayo de compresión en cubos – medidas de tendencia central

Ensayo de resistencia de material de tierra a la compresión			
Bloque de tierra	Compresión en cubos	Media	Mediana
Patrón	6.54	8.19	8.43
3% cemento	7.88		
5% cemento	8.98		
8% cemento	9.38		

Nota: En la tabla se muestra la media y mediana del ensayo de compresión en cubos

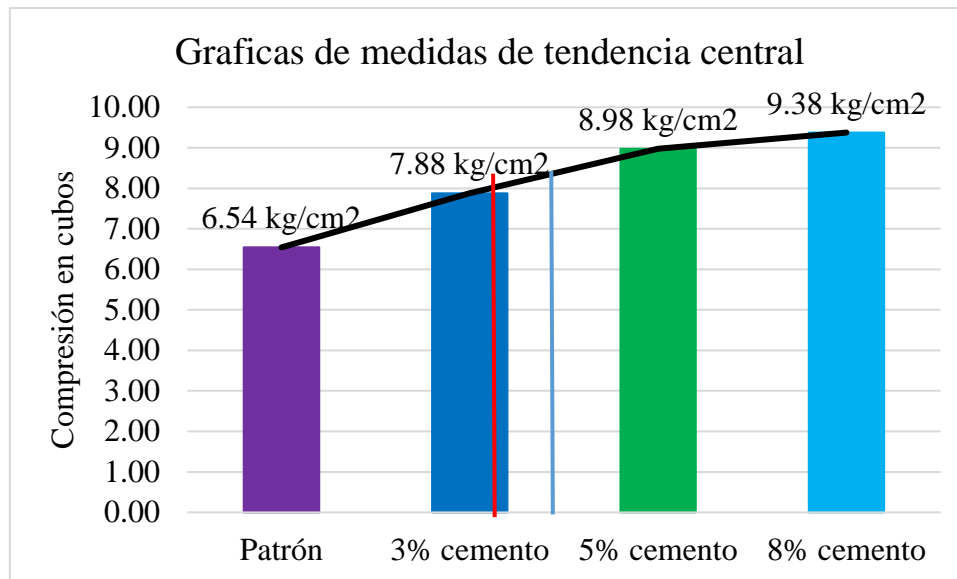


Gráfico 32: medidas de tendencia central para el ensayo de compresión en cubos

En el gráfico 32 se puede observar que el promedio o dicho estadísticamente la media de los valores del ensayo de compresión en cubos es de 8.19 kg/cm² la cual está representada por la línea de color rojo, la mediana que está dada por la línea de color azul es de 8.43 kg/cm², esto nos indica que los valores están por debajo o por encima de este valor. Además, en la gráfica podemos ver que la mediana es mayor que la media esto nos indica que la distribución no es simétrica, además que con esto se demuestra que la distribución está sesgada a la izquierda.

Tabla 61: Medidas de dispersión del ensayo de compresión en cubos

Medidas de dispersión	
Promedio	8.19
Varianza	1.61
Desv. Estándar	1.27
Coef. Variación	0.16
Máximo	9.38
Mínimo	6.54

En la tabla 61 nos muestra la varianza que tiene un valor de 1.61 kg/cm², en donde también está la desviación estándar que tiene un valor de 1.27 kg/cm² esto significa que los datos obtenidos del ensayo de compresión en cubos presentan dispersión con respecto a su promedio, de esto se puede interpretar que los datos son dispersos ya que uno de ellos se encuentra fuera de los límites que nos muestra la desviación estándar.

Tabla 62: Elementos de la gráfica de la desviación estándar

Límites Máximos y Mínimos			
Compresión en cubos	Promedio	Limite máx. desv	Limite min desv
6.54	8.19	9.46	6.92
7.88	8.19	9.46	6.92
8.98	8.19	9.46	6.92
9.38	8.19	9.46	6.92

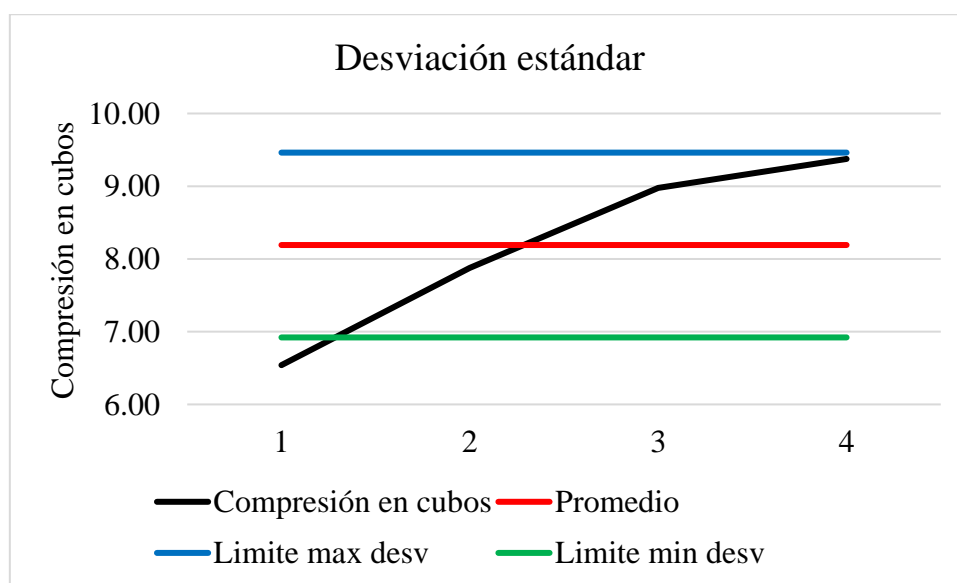


Gráfico 33: desviación estándar del ensayo de compresión en cubos

En la gráfica 33 se puede observar a los valores del ensayo de compresión en cubos que está representada por la línea de color negro, también se puede observar que el promedio que estadísticamente viene a ser la media está dada por la línea color rojo posee un valor de 8.19 kg/cm², el límite máximo de los valores es de 9.46 kg/cm² el cual está representado por la línea color azul, el límite mínimo de la desviación estándar es de 6.92 kg/cm² el cual está dada por línea de color verde; de esto se puede decir que tres de los valores están dentro de los límites de dispersión, siendo solo un valor que se encuentra fuera de los límites de dispersión este valor es del bloque de tierra convencional que tiene un valor de 6.54 kg/cm².

Ensayo de resistencia del material de tierra a la tracción – ensayo brasileño de tracción

Tabla 63: Ensayo brasileño de tracción - medidas de tendencia central

Ensayo de resistencia de material de tierra a la tracción			
Bloque de tierra	Ensayo brasileño de tracción	Media	Mediana
Patrón	1.59	1.39	1.36
3% cemento	1.25		
5% cemento	1.28		
8% cemento	1.43		

Nota: En la tabla se muestra la media y mediana del ensayo brasileño de tracción

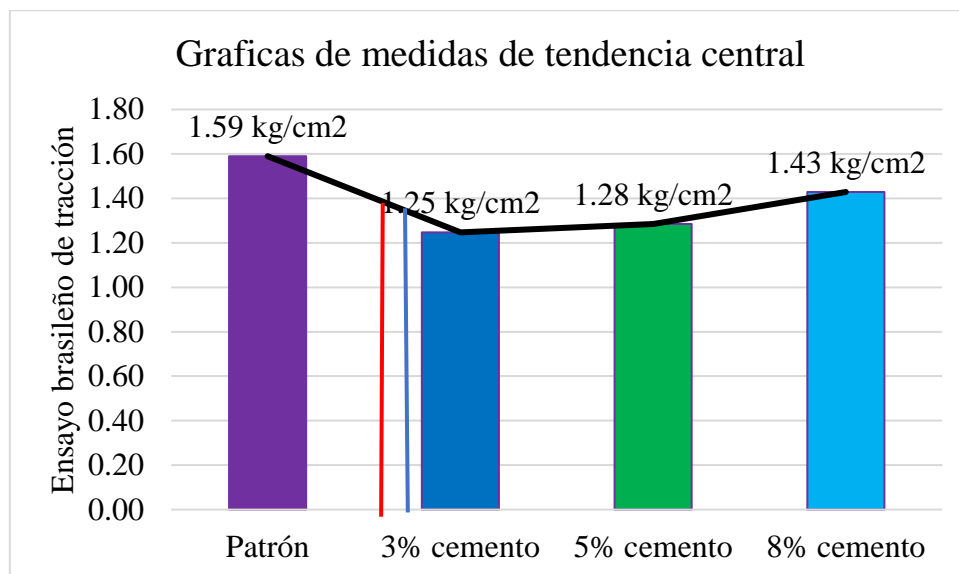


Gráfico 34: medidas de tendencia central para el ensayo brasileño de tracción

En el gráfico 34 nos muestra el valor promedio del ensayo brasileño de tracción, es decir la media la cual tiene un valor de 1.39 kg/cm², la cual está representada por la línea de color rojo. También nos muestra la mediana que tiene un valor de 1.36 kg/cm² la cual está dada por la línea de color azul, esto indica que los valores están por debajo por encima de ese valor. Analizando la gráfica se puede decir que la distribución es asimétrica ya que la media es mayor a la mediana, entonces se puede decir que la distribución está sesgada a la derecha.

Tabla 64: Medidas de dispersión del ensayo brasileño a la tracción

Medidas de dispersión	
Promedio	1.39
Varianza	0.02
Desv. Estándar	0.16
Coef. Variación	0.11
Máximo	1.59
Mínimo	1.25

En la tabla 64 se puede observar que la varianza nos muestra un valor de 0.02 kg/cm², en donde también nos muestra que la desviación estándar tiene un valor de 0.16 kg/cm² esto nos muestra la dispersión que hay entre los datos con respecto a la media, también se puede interpretar que los valores están dispersos ya que un dato se encuentra fuera de los límites de los límites máximos y mínimos de la desviación estándar.

Tabla 65: Elementos para la gráfica de desviación estándar

Límites Máximos y Mínimos			
Ensayo brasileño de tracción	Promedio	Limite máx. desv	Limite min. desv
1.59	1.39	1.54	1.23
1.25	1.39	1.54	1.23
1.28	1.39	1.54	1.23
1.43	1.39	1.54	1.23

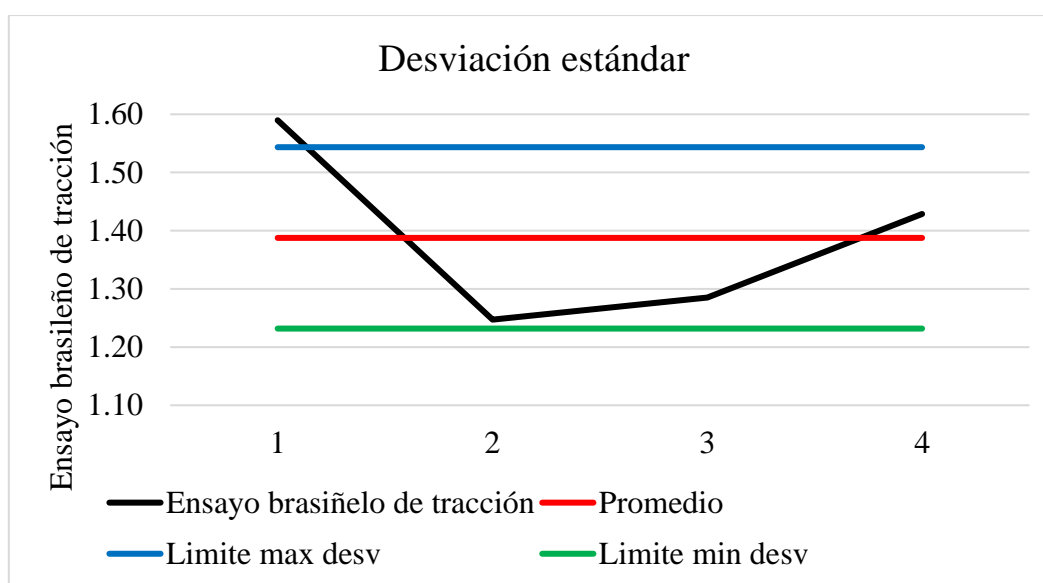


Gráfico 35: Desviación estándar del ensayo brasileño de tracción

En la gráfica 35 se puede observar que la línea de color negro representa los resultados del ensayo brasileño de tracción, la media viene a ser 1.39 kg/cm² que está representada por la línea de color rojo, también se puede observar que el valor máximo de la desviación estándar es de 1.54 kg/cm² la cual está representada por la línea de color azul, y por último la línea de color verde nos indica el límite mínimo de la desviación estándar el cual tiene un valor de 1.23 kg/cm², entonces de estos datos se puede decir que uno de los valores está fuera de los límites que nos da la desviación estándar, este valor le pertenece al bloque de tierra convencional.

Ensayo de resistencia del mortero a la tracción

Tabla 66: Ensayo del mortero a la tracción indirecta - medidas de tendencia central

Ensayo de resistencia del mortero a la tracción			
Bloque de tierra	Mortero a la tracción indirecta	Media	Mediana
Patrón	0.20	0.18	0.18
	0.17		
	0.21		
	0.14		

Nota: En la tabla se muestra la media y mediana del ensayo del mortero a la tracción indirecta

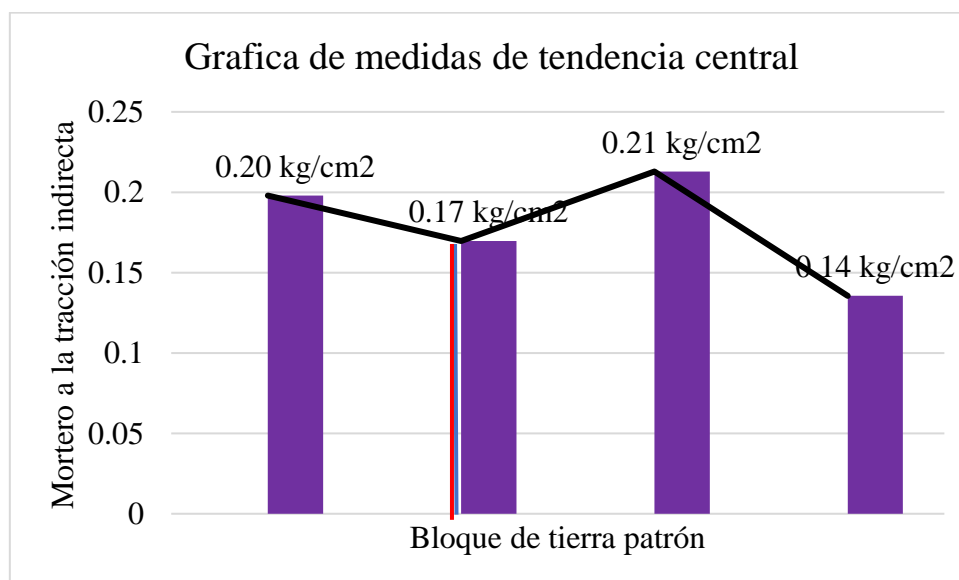


Gráfico 36: Medidas de tendencia central - tracción mortero

En la gráfica 36 se puede observar que el promedio de los datos del ensayo es decir la media tiene un valor de 0.18 kg/cm² la cual está representada por la línea de color rojo,

al igual que la mediana también tiene un valor de 0.18 kg/cm² la cual está representada por la línea de color azul, esto indica que los valores están por debajo o por encima de este dato. Además, se puede observar que la media es igual que la mediana de esto se puede decir que la distribución es simétrica.

Tabla 67: Medidas de dispersión del ensayo de resistencia del mortero a la tracción

Medidas de dispersión	
Promedio	0.18
Varianza	0.0012
Desv. Estándar	0.03
Coef. Variación	0.19
Máximo	0.21
Mínimo	0.14

En la tabla 67 nos muestra las medidas de dispersión en donde se puede ver que la varianza es de 0.0012 kg/cm², también nos da la desviación estándar que tiene un valor de 0.03 kg/cm² esto nos muestra la dispersión de los datos obtenidos de este ensayo con respecto a su media, de esto se puede deducir que los valores no se encuentran dispersos ya que todos están dentro del rango los límites máximos y mínimos que nos da la desviación estándar.

Tabla 68: Elementos de la gráfica de desviación estándar

Límites Máximos y Mínimos			
Mortero a la tracción indirecta	Promedio	Limite máx. desv	Limite min. desv
0.20	0.18	0.21	0.14
0.17	0.18	0.21	0.14
0.21	0.18	0.21	0.14
0.14	0.18	0.21	0.14

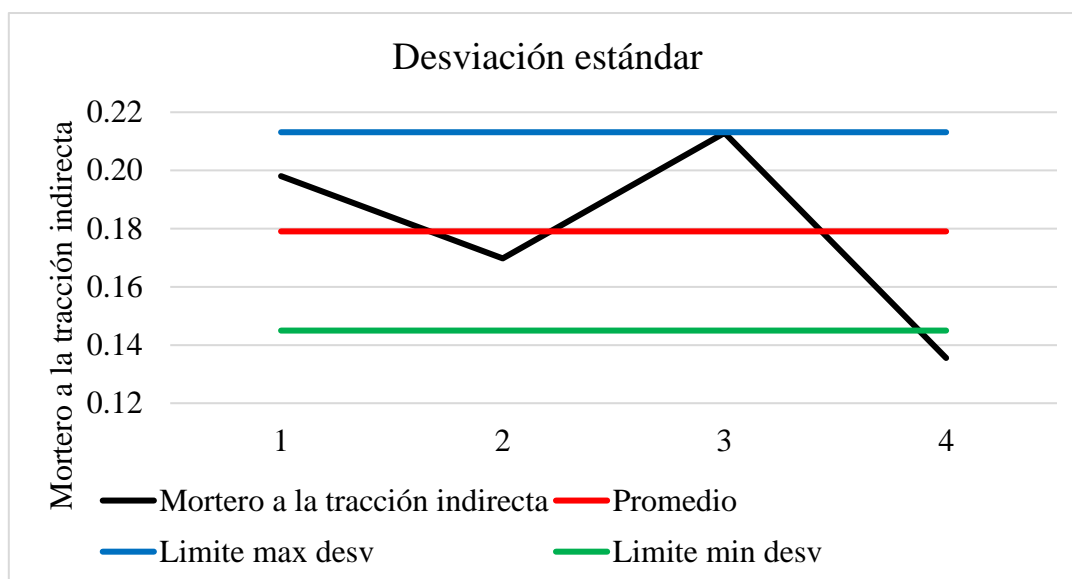


Gráfico 37: Desviación estándar del ensayo de resistencia del mortero a la tracción

En la gráfica 37 nos muestra la distribución de los datos del ensayo del mortero a la tracción indirecta la cual está representada por la línea de color negro, también se puede observar el promedio de estos valores que está dado por su media que tiene un valor de 0.18 kg/cm², el límite máximo de la desviación estándar está dada por la línea de color azul la cual tiene un valor 0.21 kg/cm² y por último el límite mínimo de la desviación estándar la cual está representada por la línea de color verde el cual tiene un valor de 0.14 kg/cm², de esto se puede decir que los datos no están dispersos ya que todos se encuentran dentro de los límites máximos y mínimos que nos da la desviación estándar.

Ensayo de resistencia del murete a la compresión

Tabla 69: Ensayo de compresión del murete a la compresión - medida de tendencia central

Ensayo de resistencia del murete a la compresión			
Bloque de tierra	Compresión en muretes	Media	Mediana
Patrón	6.55	4.84	5.09
3% cemento	2.62		
5% cemento	4.72		
8% cemento	5.46		

Nota: En la tabla se muestra la media y mediana del murete a la compresión

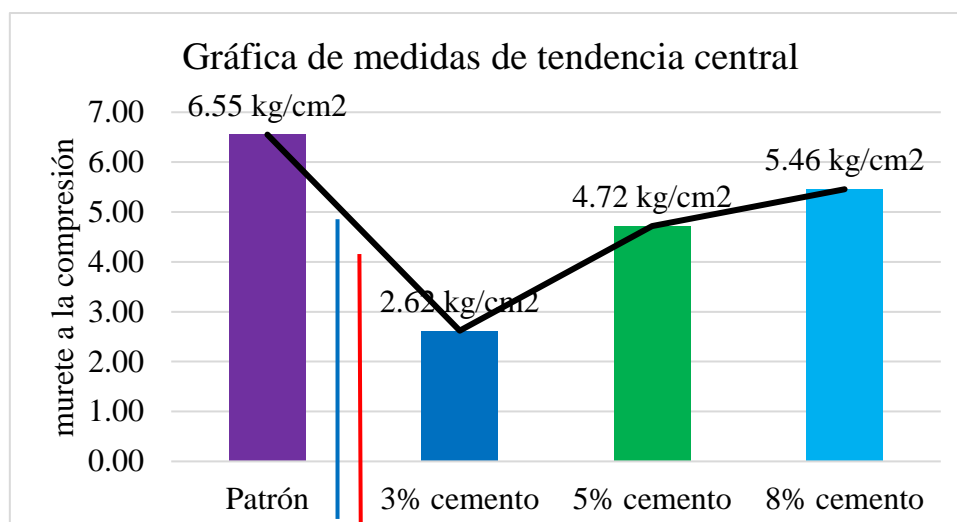


Gráfico 38: medidas de tendencia central para el ensayo de resistencia del murete a la compresión

En el gráfico 38 se puede observar que la media de los valores del ensayo a la compresión es de 4.84 kg/cm² que este dado por la línea de color rojo, la mediana está dada por la línea de color azul que tiene un valor de 5.09 kg/cm², esto nos indica que los datos están por encima o por debajo de este valor. Además, como la mediana es mayor que la media entonces la distribución es asimétrica sesgada a la izquierda.

Tabla 70: Medidas de dispersión del ensayo del murete a la compresión

Medidas de dispersión	
Promedio	4.84
Varianza	2.75
Desv. Estándar	1.66
Coef. Variación	0.34
Máximo	6.55
Mínimo	2.62

En la tabla 70 nos indica la varianza que tiene un valor de 2.75 kg/cm², también se puede observar la desviación estándar que tiene un valor de 1.66 kg/cm² con un coeficiente de variación de 0.34, de esto se puede concluir que la distribución de los valores está dispersa ya que dos de ellos se encuentran fuera de los límites máximos y mínimos.

Tabla 71: Elementos de la gráfica de desviación estándar

Límites Máximos y Mínimos			
Compresión en muretes	Promedio	Límite máx. desv	Límite mín. desv
6.55	4.84	6.50	3.18
2.62	4.84	6.50	3.18
4.72	4.84	6.50	3.18
5.46	4.84	6.50	3.18

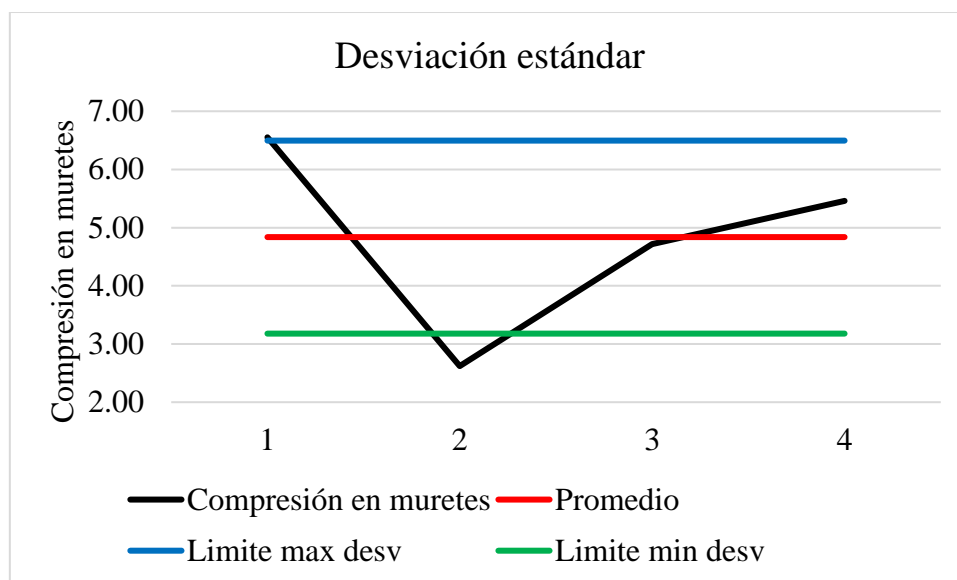


Gráfico 39: Desviación estándar del ensayo de compresión del murete

En la gráfica 71 nos muestra la línea de color negro los datos de ensayo, la línea de color rojo nos muestra el promedio de los valores del ensayo el cual estadísticamente vendría ser a la media que tiene un valor de 4.84 kg/cm², la línea de color azul viene a ser el límite máximo de la desviación estándar que tiene un valor de 6.50 kg/cm² y la línea de color verde muestra el límite mínimo de la desviación estándar que tiene un valor de 3.18 kg/cm², esto nos indica que existe dispersión entre los valores del ensayo ya que dos de los valores están fuera de estos límites.

Ensayo de resistencia del murete a la tracción indirecta

Tabla 72: Resistencia del murete e la tracción indirecta - medidas de tendencia central

Ensayo de resistencia del murete a la tracción indirecta			
Bloque de tierra	Tracción indirecta en muretes	Media	Mediana
Patrón	0.39	0.29	0.27
3% cemento	0.25		
5% cemento	0.26		
8% cemento	0.27		

Nota: En la tabla se muestra la media y mediana del murete a la tracción indirecta

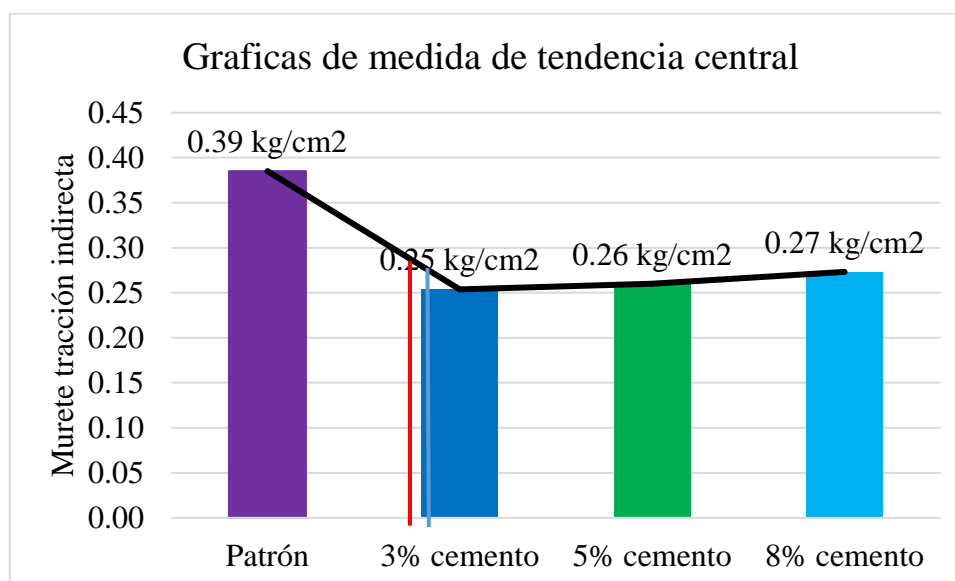


Gráfico 40: medidas de tendencia central para el ensayo de resistencia del murete a la tracción indirecta

En el gráfico 40 se muestra que la media de los datos del ensayo es de 0.29 kg/cm² la cual está dada por la línea de color rojo en el gráfico, también se puede observar la mediana que tiene un valor de 0.27 kg/cm² que está representada por la línea de color azul. Además, se puede deducir que la distribución es asimétrica ya que la media es mayor a la mediana, esta distribución viene a ser una distribución sesgada a la derecha.

Tabla 73: Medidas de dispersión del ensayo de resistencia del murete a la tracción indirecta

Medidas de dispersión	
Promedio	0.29
Varianza	0.004
Desv. Estándar	0.06
Coef. Variación	0.21
Máximo	0.39
Mínimo	0.25

En la tabla 73 se puede observar que la varianza es 0.004, también se puede decir que la desviación estándar tiene un valor de 0.06 kg/cm², esto nos permite conocer la dispersión de los valores con respecto al promedio de estos, de esto se puede deducir que los datos están dispersos ya que uno de los datos está fuera de los límites permitidos.

Tabla 74: Elementos de la gráfica de la desviación estándar

Límites Máximos y Mínimos			
Tracción indirecta en muretes	Promedio	Limite máx. desv	Limite mín. desv
0.39	0.29	0.35	0.23
0.25	0.29	0.35	0.23
0.26	0.29	0.35	0.23
0.27	0.29	0.35	0.23

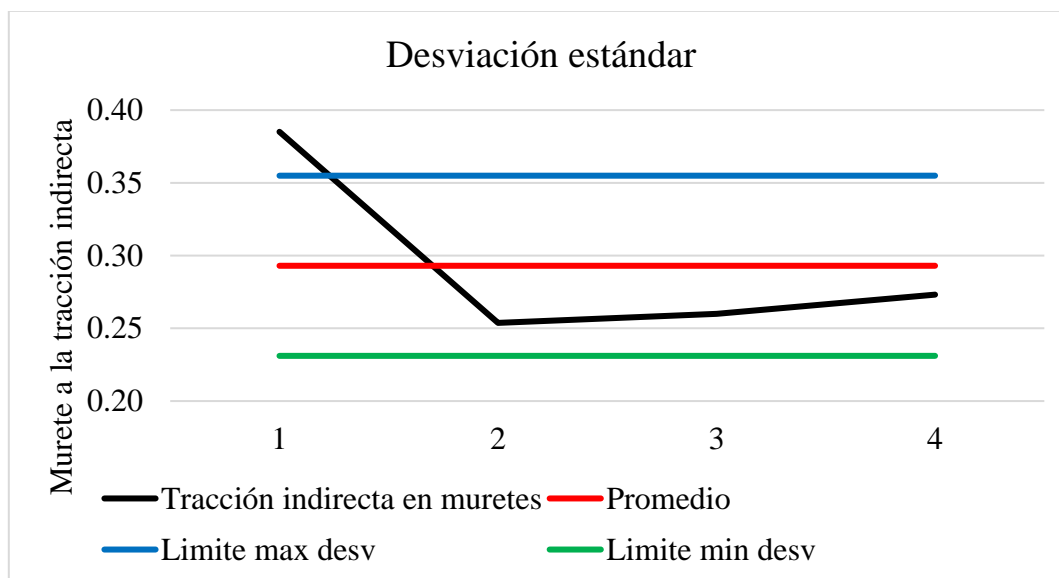


Gráfico 41: Desviación estándar del ensayo del murete a la tracción indirecta

En la gráfica 41 se observa los valores del ensayo que esta dado por la línea de color negro, también nos muestra le media de estos valores que es de 0.29 kg/cm² y está representada por la línea de color rojo, la línea de color azul nos muestra el límite máximo de desviación que tiene un valor de 0.35 kg/cm², y la línea de color verde nos muestra el límite mínimo de desviación que tiene un valor de 0.23 kg/cm², de esto se concluye que uno de los valores esta fuera de estos límites.

Discusión

Una vez obtenidos los resultados se puede determinar que la hipótesis formulada es aceptable en algunos aspectos planteados, ya que según los ensayos se puede afirmar que al estabilizar los bloques de tierra con cemento se puede lograr obtener mejoras en la resistencia a la inundación, asegurando su durabilidad ante posibles inundaciones, pero en lo que es resistencia mecánica no presenta mejora, pero si cumple con los requerimientos mínimos que pide la norma técnica peruana E.080. Cabe resaltar que la mejor opción para la fabricación de construcciones con bloques de tierra estabilizados es el que contiene 8% de cemento ya que este es el que cumple asegurando mejor durabilidad en resistencia y mayor estabilidad ante posibles inundaciones.

Ensayos para la selección del suelo

Una vez elegido los lugares de extracción de las muestras para la elaboración de bloques, se llevó a cabo los ensayos correspondientes tanto en in situ como en laboratorio; para determinar o verificar el tipo de material a utilizar y ver si es apto para la elaboración de bloques.

En cuanto a los ensayos in situ, se realizaron teniendo en cuenta la norma E.080 la cual nos indica dos tipos de prueba. En cuanto al ensayo de cinta de barro se concluyó que la cante C2 cumplió con lo especificado en la norma, ya que esta indica que un suelo es tiene la cantidad suficiente de arcilla cuando este alcanza una longitud de 10 a 20 cm al descolgar una cinta elaborada con el material seleccionado. Otro ensayo que se realizó in situ fue el de prueba de presencia de arcilla o resistencia seca, la cual consiste en realizar 4 bolitas que se dejaron secar por 48 horas para luego ser presionadas con el dedo pulgar y dedo índice, si es que las bolitas no se rompen ni se agrietan entonces significa que el suelo seleccionado si es apto para la elaboración de bloques, en este caso las tres

canteras seleccionadas cumplen con lo especificado en la norma, ya que ninguna se rompió ni agrietó al presionarlas.

Con respecto a los ensayos en laboratorio se realizó el ensayo de contenido de humedad, el cual nos permite conocer el agua que tiene la tierra en estado natural; asimismo nos muestra el comportamiento del suelo en cuanto a la relación de cohesión y estabilidad. En este caso la C1, C2 y C3 tienen contenido de humedad de 12.81%, 9.72% y 12.79% respectivamente, comparando con lo que la norma nos indica pues se concluye que todas las canteras cumplen ya que esta nos indica que la tierra debe contener como máximo un 20% de agua para la elaboración de bloques y también de mortero.

Asimismo, también se obtuvo el peso específico de cada material, el cual nos sirvió para calcular la cantidad de cemento que se tuvo que incorporar para la elaboración de bloques de tierra.

Además, se realizó el ensayo de análisis granulométrico, el cual es de suma importancia ya que nos permitió clasificar las tres muestras según SUCS y ASSHTO. En este caso la C1 viene a ser una arena arcillosa al igual que la C2, sin embargo, la C3 es una arcilla arenosa de baja plasticidad. También se evaluó el índice de plasticidad mediante los límites de Atterberg; dicho ensayo nos indicó la consistencia de la muestra, teniendo en cuenta que mientras la muestra sea más arcillosa, el bloque de tierra contará con mejor calidad, es así que las canteras C1, C2 y C3 tienen un índice de plasticidad de 8.66%, 10.03% y 9.82% respectivamente.

En la tesis "Evaluación del comportamiento a compresión de las unidades de adobe convencional frente a las unidades de adobe estabilizado con cemento y asfalto Caraz 2019" la clasificación de su suelo utilizado para la elaboración de bloques según SUCS es una arena limo arcillosa la cual tiene un límite líquido de 24%, el límite plástico es de 20% y como resultado se tiene un índice de plasticidad de 4%

Entonces, teniendo en cuenta todos los ensayos realizados, se seleccionó a la cantera (C2) como la más óptima para la elaboración de bloques, ya que esta es la que cumple con la mayoría de parámetros que manda la norma E.080.

Ensayo de succión

Es importante destacar que se realizó el ensayo de succión con la finalidad de obtener los primeros datos sobre la absorción inicial de los bloques de tierra, para verificar cuando resisten ante la acción del agua, considerándose un ensayo primordial. Todas las muestras no presentaron pérdida de peso, dando como resultado inicial que pueden soportar estar en contacto con el agua, obteniéndose los resultados siguientes:

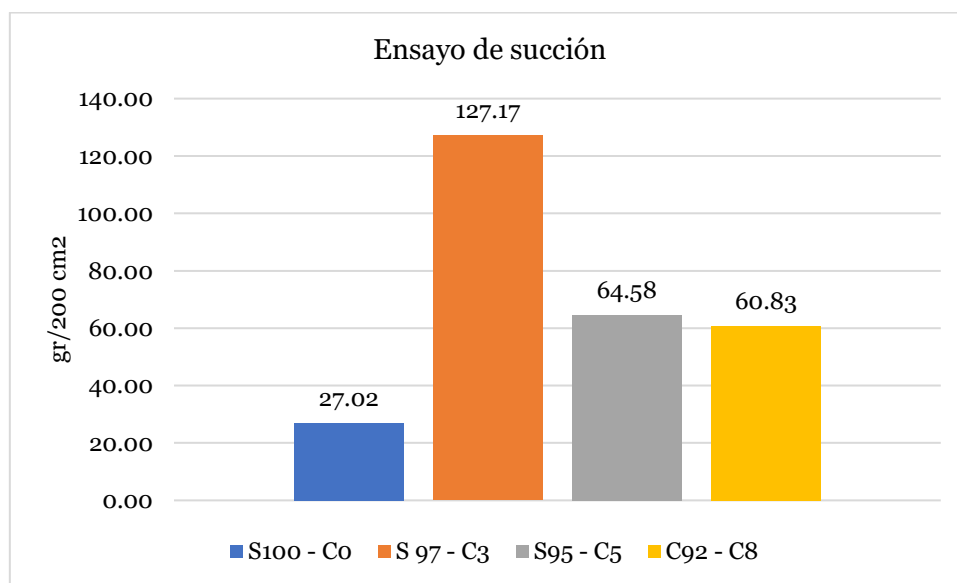


Gráfico 42: Ensayo de succión - comparación de bloques de tierra

En el gráfico se puede observar el promedio de los datos obtenidos del ensayo de succión del bloque de tierra convencional, y los bloques de tierra estabilizados al 3%, 5% y 8%. En el que se puede observar que el bloque de tierra convencional tiene mejor capacidad de soportar el agua, ya que este bloque como dato inicial nos muestra que no absorbe mucha agua, cabe resaltar que mientras se realizó este ensayo del bloque de tierra patrón se desprendieron partículas, mientras que de los bloques estabilizados no presentaron desprendimiento de particular.

De la investigación "Evaluación del comportamiento a compresión de las unidades de adobe convencional frente a las unidades de adobe estabilizado con cemento y asfalto Caraz 2019" en cuanto al ensayo de succión menciona que los datos obtenidos adicionando cemento al 3% se obtuvo una succión de 8.5 gr, mientras que al 6% se obtuvo 7.33 gr y al 9% de cemento se obtuvo 5.39 gr. También en la tesis "Análisis del comportamiento físico - mecánico del adobe estabilizado con cemento portland tipo I, La Libertad - 2020" nos muestra que la succión del adobe patrón fue de 20.70 gr mientras

que del adobe estabilizado en 4% y 7% de cemento se obtuvo 15.82% y 13.51% respectivamente. Comparando estos porcentajes con los datos obtenidos en mi investigación se puede concluir que los datos son más altos ya que el bloque de tierra estabilizado al 3% de cemento tuvo una succión de 127.17 gr, el bloque de tierra con 5% de cemento tuvo una succión de 64.58 gr y el bloque de tierra al 8% de cemento tuvo una succión de 60.83 gr, de esto se puede decir que mientras más porcentaje de cemento añadido menor va a ser la capacidad de absorción inicial.

Ensayo de absorción

Una vez obtenidos los resultados iniciales y ver el comportamiento de los bloques al ser sumergidos en el agua para verificar una absorción inicial, se procedió a sumergir las muestras dentro del agua por 24 horas, en donde se obtuvieron los resultados siguientes:

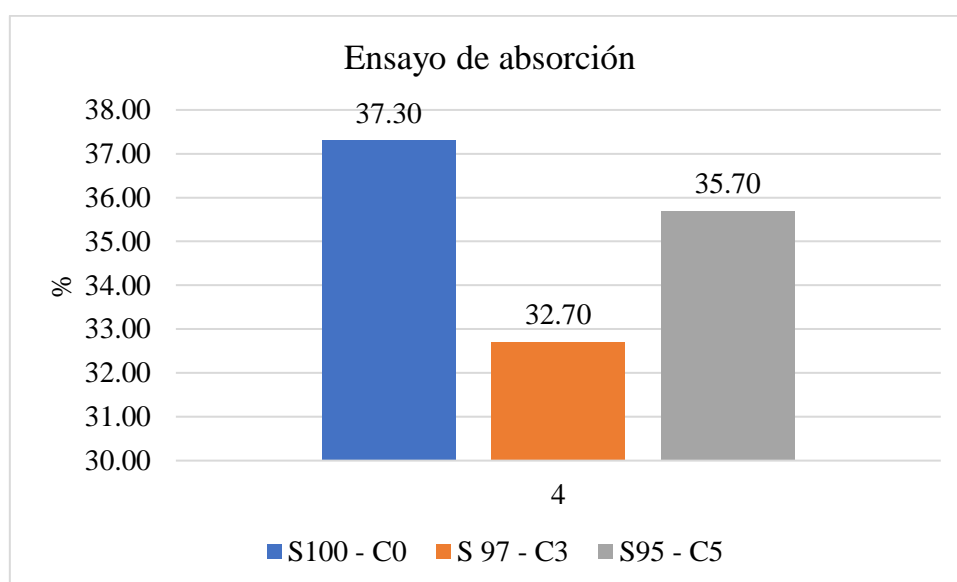


Gráfico 43: Ensayo de absorción - promedio de las muestras

En el gráfico 43 nos muestra el promedio de las 6 muestras tomadas por cada tipo de bloque, en donde se puede observar que los bloques de tierra estabilizadas con cemento tienen mejor comportamiento ante el agua. Sin embargo, del bloque de tierra convencional no se pudo obtener su porcentaje de absorción final ya que al sumergirlo en agua durante las 24 horas se desintegró completamente y no se pudo volver a pesar. En cambio, los bloques de tierra estabilizados con cemento al 3%, 5% y 8% no presentan desintegración, pero sí tienden a absorber agua, de los tres tipos de bloques el que mejor

comportamiento tiene es el bloque de tierra estabilizado al 5% de cemento ya que tiene un porcentaje de absorción de 32.70%.

Comparando mis resultados con los de la tesis de "Evaluación del comportamiento a comprensión de las unidades de adobe convencional frente a las unidades de adobe estabilizado con cemento y asfalto Caraz 2019" en donde se obtuvo que el adobe patrón y el adobe al 3% de cemento no presentaron su porcentaje final de absorción ya que se desintegraron y no se pudieron volver a pesar, el adobe con 5% y 9% obtuvieron un porcentaje de absorción de 13.13% y 10.15 % respectivamente. En la tesis "análisis comparativo de adobe convencional y adobe estabilizado con cemento con fines constructivos" también nos muestra el ensayo de absorción donde se obtuvo que el adobe convencional presentó una absorción de 22.01% y el adobe estabilizado al 2%, 4%, 6% y 8% de cemento, tienen una absorción de 20.87%, 19.47%, 20.04% y 20.19% respectivamente. En cambio, los resultados obtenidos en mi tesis fueron 37.20%, 32.70% y 35.70 para 3%,5% y 8% de cemento, siendo estos datos mayores lo que significa que tienen mejores propiedades de impermeabilización y de resistencia al agua. Cabe resaltar que, aunque se está utilizando el mismo material estabilizador, la diferencia de datos tiene mucho que ver con la preparación, la calidad de la tierra, el tipo de paja, el cuidado y el secado con el que se elabora los bloques de tierra.

Ensayo de resistencia de material de tierra a la compresión (ensayo de compresión en cubos)

El ensayo de compresión en cubos se realizó con la finalidad de verificar la resistencia de las muestras que fueron cubos de 10 cm de arista.

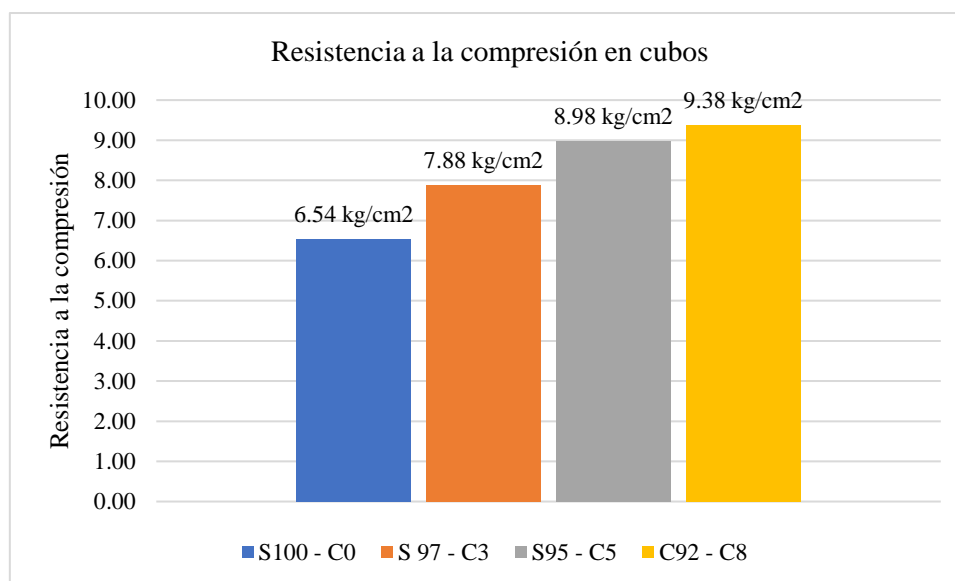


Gráfico 44: Promedio de la resistencia a la compresión en cubos

En el gráfico 44 se observa el promedio de la resistencia a la compresión en cubos de los bloques de tierra convencionales y bloques de tierra estabilizados al 3%, 5% y 8% respectivamente, teniendo en cuenta que las muestras ensayadas fueron seis por cada porcentaje de las cuales se tomó el promedio de las cuatro mejores muestras. Entonces se puede deducir que el bloque de tierra patrón tiene menor resistencia en comparación con los bloques de tierra estabilizados. La norma E.080 nos indica que la resistencia última debe ser de 10.2 kgf/cm², entonces de esto se puede decir que ninguno de los bloques de tierra cumple con lo que establece la norma, sin embargo, el que más se acerca es el bloque de tierra estabilizado al 8% de cemento con una resistencia de 9.38 kg/cm².

En la tesis “Análisis del comportamiento físico - mecánico del adobe estabilizado con cemento portland tipo I, La Libertad – 2020” nos muestra que al realizar el ensayo a los bloques de tierra con 4% y 7% de cemento se obtuvo una resistencia de 15.23 kg/cm² y 21.03 kg/cm² respectivamente. Sin embargo, los datos obtenidos en esta tesis para el bloque de tierra convencional fueron de 6.54 kg/cm², los bloques de tierra al 3%, 5% y 8% tienen una resistencia de 7.88 kg/cm², 8.98 kg/cm² y 9.38 kg/cm² respectivamente, comparando estos resultados se observa que los datos obtenidos son menores en comparación de la tesis utilizada como antecedente.

Ensayo de resistencia del material de tierra a la tracción

Este ensayo se realizó con la finalidad de medir la resistencia del material mediante la elaboración de cilindros de 6" x 12", de los cuales se ensayaron 24 muestras.

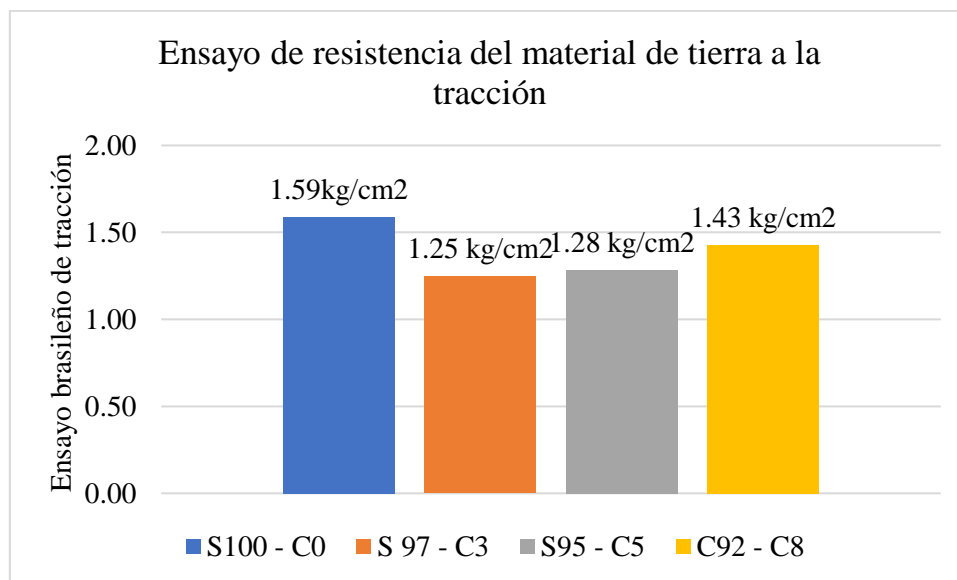


Gráfico 45: Ensayo de resistencia del material de tierra a la tracción

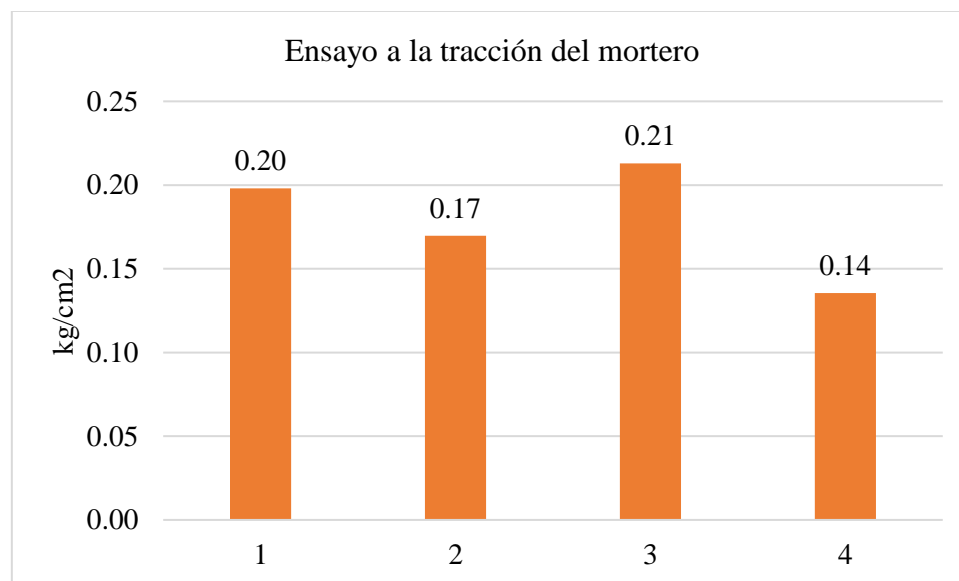
En el gráfico 45 se observa que el bloque de tierra convencional tiene una resistencia de 1.59 kg/cm² la cual es mayor a la resistencia de los bloques de tierra estabilizados, esto se debe a que como el suelo utilizado es una arena arcillosa, según Gernot minke nos dice que el cemento como estabilizador actúa contra las fuerzas aglutinantes de la arcilla haciendo que menor su resistencia [10]. Sin embargo, si cumple con los requerimientos mínimos que nos indica la norma E.080 la cual nos dice que la resistencia última de este ensayo debe ser de 0.81 kgf/cm², entonces comparando este valor con las muestras ensayadas se puede deducir que tanto el bloque de tierra patrón y los bloques de tierra convencionales cumplen con dicha norma.

En la tesis “Análisis del comportamiento físico - mecánico del adobe estabilizado con cemento portland tipo I, La Libertad – 2020” nos muestra la resistencia a la tracción del bloque de tierra patrón, 4% de cemento y 7% de cemento con valores de 1.16 kg/cm², 1.71 kg/cm² y 2.17 kg/cm², comparando con los valores obtenidos en esta investigación se obtuvo que el bloque de tierra patrón tuvo una resistencia promedio de 1.59 kg/cm², los bloques de tierra estabilizados al 3%, 5% y 8% tiene una resistencia a la tracción de 1.25 kg/cm², 1.28 kg/cm² y 1.43 kg/cm², de esto se puede decir que su investigación en

el ensayo de resistencia a la tracción sus muestras son más resistentes que las que se obtuvieron en esta investigación.

Ensayo de resistencia del mortero a la tracción

Este ensayo se realizó para analizar las propiedades mecánicas de los bloques de tierra considerando la norma E.080, este ensayo solo se hizo para los bloques de tierra convencional ya que la norma nos dice que no importa la calidad de bloque que se utilice, obteniéndose los siguientes resultados.



En el grafico se observa las cuatro mejores muestras de un total de 6 que fueron ensayadas. Antes de analizar los datos obtenidos es necesario aclarar que el mortero utilizado para este ensayo es el de material convencional, es decir no tiene ningún componente estabilizador, la tierra utilizada fue la misma que se ocupó para la elaboración de los bloques. Realizando el promedio de las cuatro mejores muestras se obtiene un valor de 0.18 kg/cm², el cual si cumple con lo indicado en la norma E.080 la cual nos dice que la resistencia última del mortero debe ser de 0.12 kgf/cm².

Ensayo de resistencia del murete a la compresión

Este ensayo se realizó en muros elaborados con 6 bloques de tierra, de los cuales se ensayaron 24 muros en total y se seleccionaron las 4 mejores muestras por cada tipo, de las cuales se obtuvo su promedio obteniéndose los siguientes resultados.

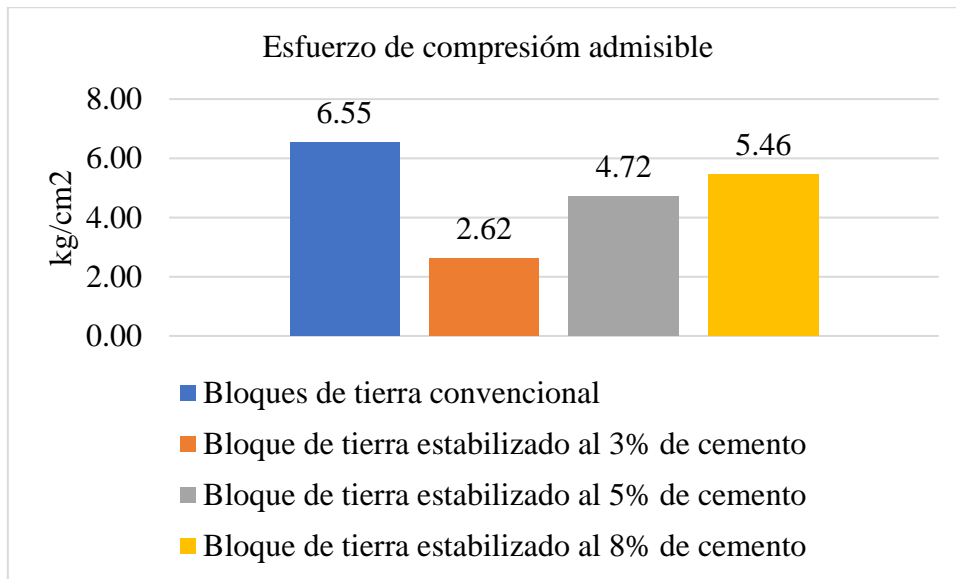


Gráfico 46: Ensayo de compresión admisible

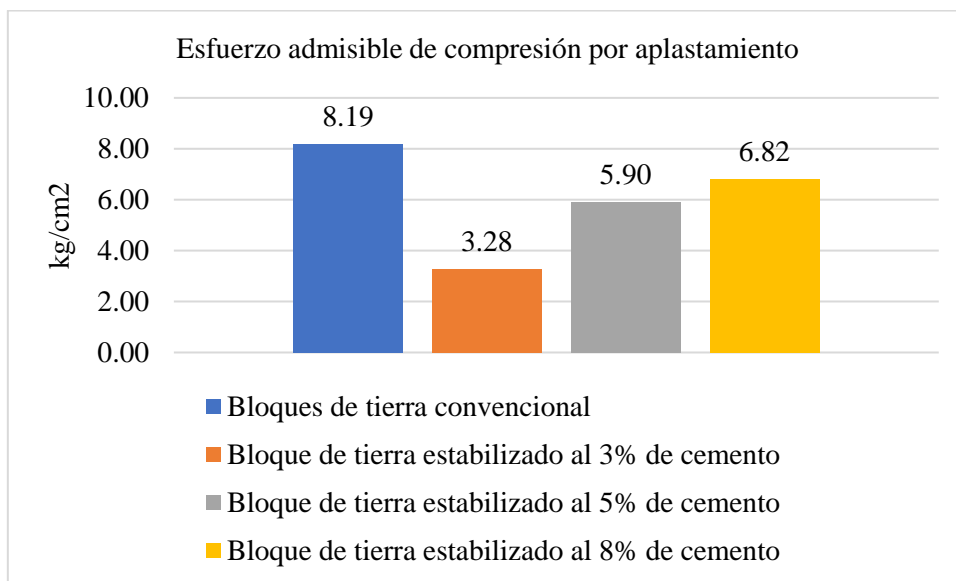


Gráfico 47: Esfuerzo admisible de compresión por aplastamiento

En el gráfico 46 nos muestra la compresión admisible en pilas del bloque de tierra, donde se puede observar que el bloque de tierra convencional tiene mayor resistencia con un valor de 6.55 kg/cm², mientras que los bloques de tierra estabilizados al 3%, 5% y 8% tienen 2.62 kg/cm², 4.72 kg/cm² y 5.46 kg/cm² respectivamente los cuales son menores en comparación al bloque de tierra normal. Comparando estos datos con lo que nos manda la norma E.080 la cual nos dice que la resistencia última debe ser 6.12 kg/cm² entonces se puede decir que solo el bloque de tierra convencional cumple con dicha norma con lo

que respecta a la comprensión admisible, seguido del bloque de tierra estabilizado al 8% que es el que más se aproxima a la resistencia última, cabe destacar que según el artículo construcciones a base de tierra nos indica que los bloques de tierra estabilizados con cemento resisten principalmente cuando se encuentran en estado húmedo es decir que tienen resistencia a la erosión del agua [30]. Cabe resaltar también que mientras más porcentaje de cemento tenga los bloques estos si tienden a incrementar su resistencia, sin embargo, no es recomendable pasar del 10% por unidad de adobe [30], también tener en cuenta que mientras más cemento contenga el bloque mayor será su costo, ya que este es el principal material que le da un valor económico alto.

Con respecto a la compresión por aplastamiento se puede decir que el bloque de tierra convencional y el bloque de tierra estabilizado con cemento al 8% son los que cumplen con lo estipulado en la norma E.080 ya que tienen una resistencia de 8.19 kg/cm² y 6.82 kg/cm² respectivamente superando el valor de resistencia última que nos brinda dicha norma la cual es de 6.12 kg/cm².

Comparando los resultados con la tesis “análisis comparativo de adobe convencional y adobe estabilizado con cemento con fines constructivos” donde nos muestra que el adobe convencional, adobe estabilizado al 2%, 4%, 6% y 8% tiene valores de 5.02 kg/cm², 6.71 kg/cm², 8.1 kg/cm², 7.35 kg/cm² y 6.95 kg/cm² respectivamente, se puede deducir que los valores obtenidos son mayores a los de esta investigación.

Ensayo de compresión diagonal o tracción indirecta

Este ensayo se realizó teniendo en cuenta los parámetros de la norma E.080 la cual nos indica que se deben realizar seis muros por cada tipo, de los cuales solo se obtendrá el promedio de las cuatro mejores muestras, en total se elaboraron 24 muros para su posterior ensayo, obteniéndose los siguientes resultados:

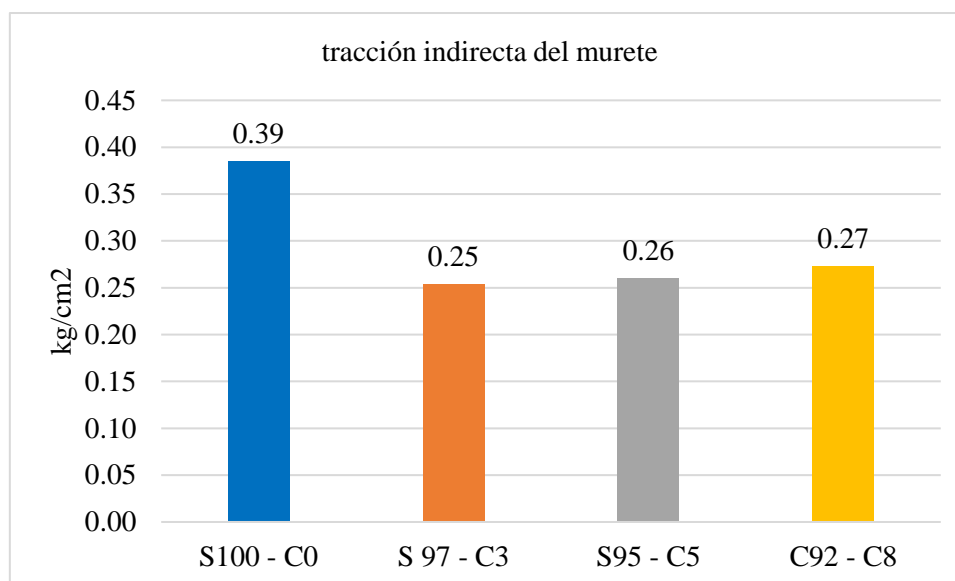


Gráfico 48: Ensayo de tracción indirecta

En el gráfico se puede observar el promedio de las cuatro mejores muestras de cada tipo de bloque, donde se puede observar que el bloque de tierra convencional es que tiene mayor resistencia a la tracción indirecta con un valor de 0.39 kg/cm², seguidamente del bloque de tierra estabilizado con cemento al 8% de cemento que se obtuvo un promedio de 0.27 kg/cm², mientras que los bloques de tierra estabilizado al 5% y 3% que tiene una resistencia de 0.26 kg/cm² y 0.25 kg/cm² respectivamente, si bien es cierto que el bloque de tierra convencional muestra mayor resistencia como se puede observar en el gráfico, pues comparando los datos con la resistencia mínima que nos muestra la norma E.080 se puede concluir que todos los tipos de bloques cumplen con lo estipulado en esta norma, ya que nos indica que su resistencia última debe ser de 0.25 kg/cm². También tener en cuenta como se mencionó en los ensayos anteriores que la resistencia de los bloques estabilizados con cemento sale menor a los de los bloques convencionales debido al contenido de arcilla del material de tierra utilizado ya que sabemos que el cemento actúa contra las fuerzas aglutinantes de la arcilla trayendo como consecuencia la disminución de resistencia [10] y también se conoce que estos bloques actúan principalmente contra la erosión del agua es decir en estado humedecido como se va a demostrar en la simulación de inundación. También es necesario recalcar que la mayoría de muros estabilizados fallaron por mortero, ya que se está utilizando un mortero sin estabilizar puede ser que no tenga buena adherencia con los bloques estabilizados, trayendo como consecuencia su falla a causa de esto.

En la tesis “Análisis del comportamiento físico - mecánico del adobe estabilizado con cemento portland tipo I, La Libertad - 2020” nos muestra los datos obtenidos en este

ensayo el cual obtuvieron que el adobe patrón tiene una resistencia de 0.33 kg/cm² y los bloques estabilizados al 4% y 7% obtuvieron una resistencia de 0.68 kg/cm² y 0.98 kg/cm² respectivamente, comparando los datos obtenidos con los de esta investigación se concluye que con lo que respecta a los bloques estabilizados obtuvieron mayor resistencia, mientras que con el bloque de tierra patrón su resistencia fue menor.

Simulación de inundación

Para realizar esta prueba de simulación de inundación, se siguió parámetros y se tomó en cuenta investigaciones ya realizadas, la finalidad de realizar este ensayo es verificar la resistencia de los bloques ante la acción de agua.

Esta prueba consistió en simular la inundación de cuatro muros elaborados sobre posas impermeabilizadas, los muros fueron tanto de bloque convencional como bloques estabilizados al 3%, 5% y 8%, en donde se tomó medidas de la absorción y capilaridad en periodo corto de inundación y periodo prolongado de inundación. Es importante mencionar que no existen parámetros normados para la realización de esta prueba, pero fue importante realizarla ya que los bloques estabilizados con cemento su característica principal es resistir ante la acción del agua.

Con los que respecta al periodo corto de inundación en cual consistió tomar medidas durante las 2 primeras horas en intervalos de 10 minutos, se obtuvieron los siguientes resultados tanto de capilaridad como de absorción.

Tabla 75: Capilaridad - PCI

TIPOS DE MURO	Capilaridad PCI (ΔH acumulada cm)
Muro convencional	10.50
Muro estabilizado al 3% de cemento	9.00
Muro estabilizado al 5% de cemento	8.5
Muro estabilizado al 8% de cemento	7.5

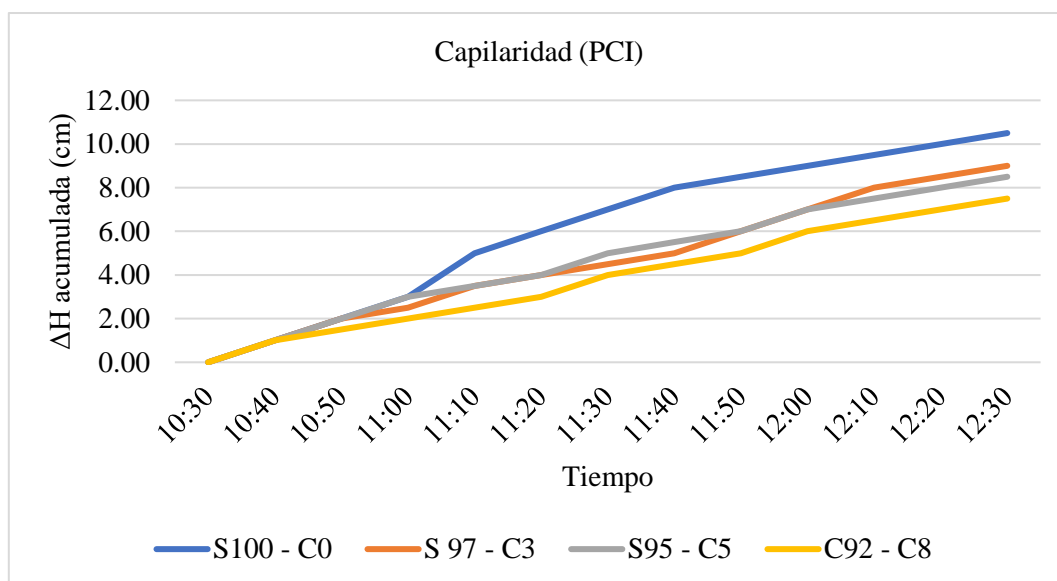


Gráfico 49: Capilaridad (PCI)

En la tabla 75 se observa la capilaridad en PCI de los muros, en donde se observa que el muro convencional tiene una capilaridad de 10.50 cm, mientras que los muros estabilizados al 3%, 5% y 8% tienen una capilaridad de 9 cm, 8.5 cm y 7.5 cm respectivamente. En el gráfico 49 se puede observar la capilaridad en el transcurso de 2 horas consecutivas, donde se puede ver que el muro con bloques convencionales tiende a presentar mayor capilaridad, mientras que los muros con bloques estabilizados presentan menos capilaridad. De esto se puede concluir que el muro estabilizado con 8% de cemento presenta mejores propiedades ante la inundación ya que como capilaridad inicial nos da un valor menor en comparación con los otros muros. Es importante mencionar que esta etapa el muro elaborado con bloques de tierra convencional colapso en el tiempo de 2:20 minutos.

Tabla 76: Absorción PCI

TIPOS DE MURO	Absorción PCI Vol. agua absorbida acumulada (L)
Muro convencional	23.65
Muro estabilizado al 3% de cemento	19.35
Muro estabilizado al 5% de cemento	17.20
Muro estabilizado al 8% de cemento	12.90

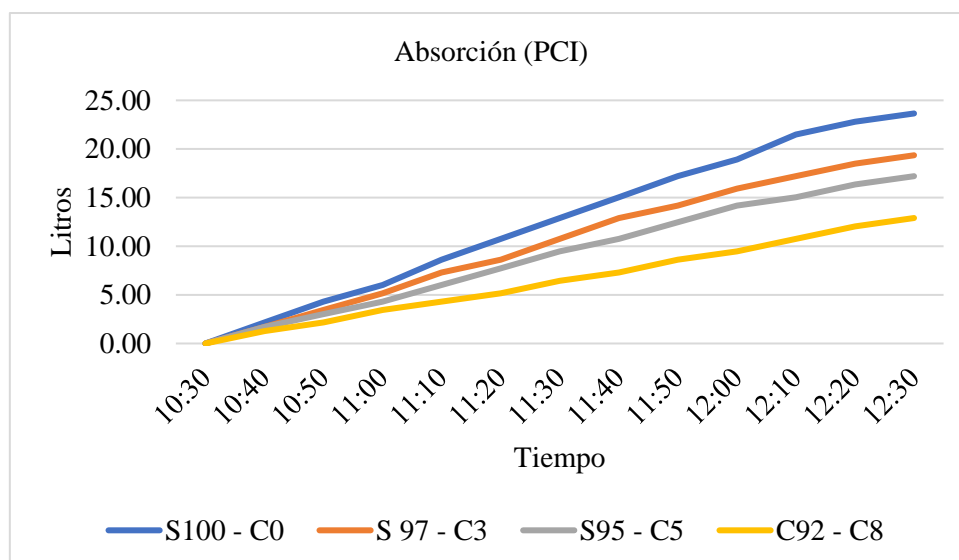


Gráfico 50: Absorción (PCI)

En la tabla 76 se muestra la absorción en PCI, se obtuvo que el muro convencional absorbió 23.65 litros, mientras que los muros estabilizados al 3%, 5% y 8% absorbieron 19.35 litros, 17.20 litros y 12.90 litros respectivamente. También se observa el gráfico 50 como varía la absorción de acuerdo al tiempo, en donde el muro convencional tiende a absorber más rápido el agua mientras que el muro con bloques de 8% de cemento tiende a absorber menos agua en el mismo tiempo. De esto se puede decir que el muro con 8% de cemento tiene mejores propiedades ante la acción del agua ya que es el que absorbe menos cantidad de agua.

También se obtuvieron medidas de capilaridad y absorción en periodo prolongado de inundación, en donde solo se tienen datos de los muros estabilizados ya que el muro convencional colapsó en las dos horas y 20 minutos. Los datos obtenidos se median cada una hora durante tres días. Es necesario recalcar que el muro con 8% de cemento es el único que llegó a resistir los 3 días.

Tabla 77: Capilaridad PPI

TIPOS DE MURO	Tiempo de colapso	Capilaridad PPI (ΔH acumulada cm)
Muro al 3% de cemento	15:30 pm (5 horas)	10.00
Muro al 5% de cemento	18:30 pm (8 horas)	10.80
Muro al 8% de cemento	No colapso (a los 3 días)	19.00

En la tabla 77 se observa la capilaridad en PPI, en donde el muro estabilizado al 3% obtuvo una capilaridad de 10 cm a las 5 horas desde el inicio de su inundación, este fue el tiempo en el que colapso. El muro con 5% de cemento obtuvo una capilaridad de 10.80 en el transcurso de 8 horas desde el inicio de la inundación, de igual manera este fue el tiempo en el que el muro colapso. Mientras que el muro estabilizado al 8% de cemento en el transcurso de 3 días obtuvo una capilaridad de 19 cm, de esto se puede decir que el muro con 8% de cemento es el que mejor resiste ante la acción de agua.

Tabla 78: Absorción PPI

TIPOS DE MURO	Tiempo de colapso	Absorción PPI Vol. agua absorbida acumulada (L)
Muro al 3% de cemento	15:30 pm (5 horas)	22.36
Muro al 5% de cemento	18:30 pm (8 horas)	23.22
Muro al 8% de cemento	No colapso (a los 3 días)	45.15

En la tabla se observa la absorción en PPI de los muros, en donde el muro con 3% de cemento absorbió 22.36 litros de agua en el transcurso de 5 horas que fue el tiempo en el colapso, mientras que el muro con 5% de cemento absorbió 23.22 litros de agua en el transcurso de 8 horas (tiempo en el colapso), finalmente el muro con 8% de cemento absorbió 45.15 litros de agua en el transcurso de 3 días, siendo este el que más resistió ante la acción del agua.

Como se observa en los datos obtenidos tanto en la capilaridad y absorción en periodo corto de inundación y periodo prolongado de inundación, el muro estabilizado con 8% de cemento presenta mejores propiedades de resistencia ante la acción del agua, por ende, se siguió tomando medidas por el transcurso de 19 días consecutivos, cabe resaltar que a los 10 días se repuso el agua incorporando a la posa 58.05 litros de agua y se siguió con las mediciones, teniendo los siguientes datos:

Tabla 79: Capilaridad y absorción muro estabilizado al 8%

MURO ESTABILIZADO AL 8% DE CEMENTO	
Capilaridad (ΔH acumulada)	33 cm
Absorción (Vol. Agua absorbida acumulada)	83.85 litros

Como se observa en la tabla 79 el muro con 8% de cemento a los 19 días obtuvo una capilaridad de 33 cm y absorbió 83.85 litros de agua, con esto queda demostrado que el muro elaborado con bloque de tierra estabilizados al 8% es más resistente a la inundación o la acción del agua, y concuerda con lo que menciona Gernot Minke pues en su libro Manual de construcción de tierra nos menciona que el cemento actúa como estabilizador contra el agua, de igual manera en el artículo construcciones a base de tierra nos menciona que el cemento aumenta la resistencia de los bloques principalmente en estado húmedo, puesto que al incorporar este estabilizador hace que reduzcan las variaciones dimensionales y crezca su resistencia a la erosión del agua. Es preciso mencionar que, aunque no se tomó más medidas de absorción y capilaridad después de los 19 días, pues se siguió monitoreando el muro hasta el día de su colapso el cual se dio a los 29 días de haber sido inundado. También es preciso recalcar que, aunque el mortero utilizado para la elaboración de este muro no fue estabilizado, pues no fue problema para influenciar en el derrumbe del muro, ya que se observó que mientras pasaban los días, las juntas se desgastaban como se muestra en la ilustración 59 y el muro no se derrumbaba.



Ilustración 59: Inundación – desgaste de la junta

Análisis económico

Se realizó el análisis económico de los bloques de tierra convencional como de los bloques de tierra estabilizados con la finalidad de comparar los precios, en donde se obtuvo el costo por unidad de cada bloque, teniendo en cuenta también el costo de sus componentes para la elaboración.

En este sentido se consideró también el precio por mano de obra, porque como es de conocimiento la preparación del material, el mezclado y la realización de los bloques se hace por personas expertas en este tipo de trabajos y de manera especial, ya que se tiene que tener una mezcla homogénea para a elaboración.

El precio de los bloques estabilizados tiene mayor costo en comparación de los bloques convencionales, siendo estos los más económicos, teniendo un costo de 0.22 soles por unidad, seguidamente los bloques estabilizados al 3% que valdría 0.47 soles, mientras que los bloques estabilizados al 5% tiene un precio de 0.91 soles. Es necesario recalcar que mientras más contenido de cemento se incorpore mayor será el precio de los bloques, si bien es cierto la diferencia en el costo es considerable, esto debido a la cantidad de cemento que se ocupa, ya que este es el principal material que tiene mayor costo, sin embargo, valdría la pena invertir en un bloque de tierra estabilizado principalmente en los que tiene 8% de cemento para viviendas que estén expuestas a posibles inundaciones, ya que como queda evidenciado en los ensayos anteriores estos bloques presentan excelentes características de resistencia al agua, considerando también que estos tienen un valor de 1.98 soles por unidad de adobe.

Análisis estadístico

Se analizó estadísticamente esta investigación, ya que los datos obtenidos son cualitativos, los cuales fueron necesarios analizarlos estadísticamente, en donde se determinó la media que viene a ser el promedio de los valores obtenidos en cada ensayo. También se obtuvo la moda que en otro sentido viene a ser la mediana, teniendo en cuenta que este valor es el que tiene la mayor frecuencia absoluta. De la misma manera se determinó los rangos mínimos y máximos para ver si los datos obtenidos se encuentran dentro o fuera de estos rangos. Asimismo, se obtuvo la desviación estándar, ya que esta viene a ser una medida de dispersión la cual nos permite verificar los datos obtenidos teniendo en cuenta la media la cual se realizó para todos los ensayos realizados.

Siendo así que en el ensayo de succión se obtuvo una media de 69.90, mientras que la mediana es de 62.71, con una desviación estándar de 41.75, en donde el límite máximo es de 111.65 y el límite mínimo es de 28.15. En cuanto al ensayo de absorción se obtuvo una media de 35.23 con una mediana de 35.70, contando con una desviación estándar de

2.34, en donde el límite máximo es de 37.57 mientras que el límite mínimo es de 32.90. Con lo que respecta al ensayo de compresión en cubos se obtuvo una media de 8.19 con una mediana de 8.43, presentando una desviación estándar de 1.27, con límites máximos y mínimos de 9.46 y 6.92 respectivamente. Del mismo modo para el ensayo brasileño de tracción del material de tierra nos presenta una media de 1.39 con una mediana de 1.36, teniendo una desviación estándar de 0.16 con máximos y mínimos de 1.54 y 1.23 respectivamente. Asimismo, para el ensayo de tracción indirecta del mortero se obtuvo que la media es igual a la mediana teniendo un valor de 0.18, con una desviación estándar de 0.03 teniendo límites máximos y mínimos de 0.21 y 0.14 respectivamente. En cuanto al ensayo de resistencia a la compresión del murete se obtuvo que la media y mediana fueron de 4.84 y 5.09 respectivamente con una desviación estándar de 1.66 teniendo un límite máximo de 6.50 y un límite mínimo de 3.18. Finalmente, con lo que respecta al ensayo del murete a la tracción indirecta nos presenta una media y mediana de 0.29 y 0.27 respectivamente, seguidamente de la desviación estándar con un valor de 0.06 con valores máximos y mínimos de 0.35 y 0.23 respectivamente.

Conclusiones

Se realizó el ensayo de succión para los bloques de tierra tanto convencionales como estabilizados con cemento al 3%, 5% y 8%, en donde se concluyó que el bloque de tierra convencional tiene mejores propiedades de absorción inicial ya que absorbió 27.02 gr de agua siendo este valor menor en comparación con los demás datos obtenidos, sin embargo, al realizar este ensayo se observó que hubo desprendimientos de partículas del bloque de tierra convencional.

En cuanto al ensayo de absorción los bloques de tierra estabilizados con cemento evidenciaron que tienen mayor resistencia al estar sumergidos totalmente en el agua durante 24 horas, ya que las muestras de tierra convencional no resistieron. Concluyendo así que los bloques de tierra con 5% de cemento tienen mejores propiedades estabilizantes frente al agua obteniendo una absorción de 32.7%.

Con respecto al ensayo de compresión en cubos, se obtuvo que el bloque de tierra estabilizado con 8% de cemento logró una resistencia de 9.38 kg/cm² siendo esta mayor en comparación con el bloque de tierra convencional, sin embargo, no logro cumplir con el requerimiento mínimo que nos indica la norma E.080 la cual nos dice que la resistencia ultima debe ser de 10.2 kg/cm².

Con lo que respecta al ensayo para medir la resistencia del material de tierra a la tracción, la cual se realizó con el ensayo brasileño de tracción se obtuvo que el bloque de tierra convencional alcanzo una mayor resistencia con un valor de 1.59 kg/cm², seguidamente del bloque de tierra con 8% de cemento la cual logro una resistencia de 1.43 kg/cm², aunque la resistencia de los bloques de tierra estabilizados obtuvieron una resistencia menor al del convencional, si cumplieron con los requerimientos de la norma E.080 la cual nos dice que la resistencia ultima debe ser de 0.81 kg/cm².

Se realizó el ensayo del mortero a la tracción mediante el ensayo de tracción indirecta, el cual se obtuvo una resistencia promedio de 0.18 kg/cm², indicando que el valor obtenido si cumple con lo que manda la norma E.080 la cual menciona que la resistencia última debe ser 0.12 kg/cm², cabe resaltar que este ensayo se hizo solamente con los

bloques de tierra convencionales ya que la norma indica que no importa la calidad o el tipo de bloque que se utilice para la elaboración de este ensayo.

En el ensayo de resistencia del muro a la comprensión, se concluyó que el muro elaborado con los bloques de tierra convencional tiene mayor resistencia ya que alcanzo 6.55 kg/cm^2 siendo estos muros los únicos que cumplieron con lo que indica la norma E.080 que nos dice que deben tener una resistencia última de 6.12 kg/cm^2 .

Respecto al ensayo del murete a la tracción indirecta, también se puede concluir que el bloque de tierra convencional muestra mayor resistencia con un valor de 0.39 kg/cm^2 , sin embargo, aunque los muros elaborados con el bloque de tierra estabilizados tienen menor resistencia, pues si cumplen con lo estipulado en la norma E.080 la cual nos indica que la resistencia última debe ser 0.25 kg/cm^2 .

En lo que respecta a la prueba de simulación de inundación, se llegó a la conclusión que el muro elaborado con bloques de tierra estabilizados al 8% de cemento, presenta mejores propiedades ante la acción del agua, ya que este muro fue el que duró más días inundado, obteniendo una capilaridad de 33 cm y una absorción de 83.85 litros de agua en el transcurso de 19 días, cabe resaltar que a los 10 días se repuso el agua, también es importante también mencionar que el muro colapso a los 29 días de haber sido inundado, superando así a los otros los cuales se derrumbaron a las horas de haber sido inundados, siendo el más débil el muro elaborado con bloques de tierra convencional ya que este tan solo duro 2 horas y 20 minutos, siendo este el momento en el que colapso.

En el análisis económico se concluyó que mientras más porcentaje de cemento se le incorpore a los bloques de tierra más es el costo por unidad, ya que el bloque de tierra convencional tiene un costo de 0.22 soles, mientras que el bloque estabilizado con 8% de cemento llega a tener un costo de 1.98 soles.

En conclusión teniendo en cuenta todos los ensayos elaborados, se puede deducir que en cuanto a resistencia mecánica los bloques de tierra convencionales tienen mayores resultados, sin embargo a pesar de que los bloques estabilizados con cemento tienen menor resistencia en su mayoría si cumplen con lo especificado con lo que nos especifica la norma E.080, cabe resaltar que mientras más cemento se le incorpore la resistencia va

aumentando, sin embargo no es recomendable sobrepasar del 10% de cemento en masa indicando que los contenidos habituales están alrededor del 8% esto según el artículo construcciones a base de tierra, también tener en cuenta que este es el principal factor que influye en el costo de los bloques. En cuanto a los ensayos físicos se concluye que los bloques estabilizados son los que presentan mejores propiedades ante la acción del agua, principalmente los bloques con 8% de cemento, ya que al realizar la simulación de inundación que es la principal prueba física que se realizó, nos dio como resultado que los muros elaborados con este tipo de bloques pueden resistir hasta un mes inundados, en comparación con los muros elaborados con bloques de tierra convencional que tan solo duraron 2 horas.

Recomendaciones

Se recomienda usar los bloques de tierra estabilizados con 8% de cemento para la construcción de viviendas que están expuestas a constantes inundaciones. Asimismo, los bloques de tierra convencional en lugares donde el clima sea cálido o de clima variable.

Se sugiere que antes de la elaboración de bloques se debe conocer el tipo de material a utilizar, ya que es necesario que el material cuente con cierta cantidad de arcilla, limos y arena.

Al momento de realizar la mezcla se debe utilizar los pies para lograr una mezcla homogénea, resaltando que cuando se realice los bloques estabilizados el cemento se le debe incorporar después de haber mezclado la tierra, agua y paja.

Se recomienda que, para lograr mejores bloques de tierra, seguir con todos los parámetros y sugerencias que nos indica la norma E.080.

Se debe considerar que la adobera debe ser principalmente de madera, la cual debería tener las medidas exactas tanto en largo ancho y altura. También tener en cuenta que a la hora de elaboración de los bloques se le debe mojar las paredes para que el material no se quede pegado en las paredes y bloque salga en con las medidas exactas.

Para obtener las medidas de los bloques es importante tener en cuenta la norma E.080, ya que esta nos indica que el largo del bloque debe ser dos veces su ancho esto en el caso de bloques rectangulares, si se quiere realizar bloques cuadrados entonces se debe tener en cuenta que el lado debe ser como máximo 40 cm.

El material que se va utilizar para la elaboración de los bloques de tierra se recomienda que esté libre de impurezas y es recomendable zarandear el material antes de utilizar para la elaboración de estos, siempre teniendo en cuenta los parámetros que nos indica la norma E.080.

Con respecto a los bloques de tierra estabilizados se recomienda realizar el curado correspondiente durante 7 días consecutivos, este curado consiste en rociar agua sobre los bloques ya que el cemento necesita hidratación para elevar su resistencia.

Para posteriores investigaciones se recomienda evaluar la estabilización con cemento en diferentes tipos de tierra, para ver cómo influye en la resistencia mecánica según el tipo de suelo.

Se recomienda también realizar estudios de mortero usando como estabilizador el cemento para verificar como influye en la adherencia de los bloques de tierra y verificar si influye en la resistencia al realizar los ensayos.

Se incentiva a seguir realizando investigaciones sobre bloques de tierra estabilizados con otros materiales, para dar solución a problemas de viviendas principalmente las que están expuestas a inundaciones. Pues la elaboración de estos bloques no es complicada, son muy económicos y son amigables con el medio ambiente.

Se sugiere seguir investigando sobre la elaboración de bloques de tierra, utilizando otros estabilizantes que al igual que el cemento proporcionen resistencia a la acción de agua procurando que estos sean más económicos.

Referencias

- [1] J. Gama Castro, T. Cruz, T. Pi-Puig, R. Alcala Martinez, H. Cabadas, C. Jasso, J. Diaz, S. Sanchez, F. Lopez y R. Vilanova, «Arquitectura de tierra: el adobe como material de construcción en la época prehispánica,» 2012.
- [2] G. Dizas Torres, H. Parada Carrillo y M. Alvarado Arias, «Usos del adobe en diferentes países de America Latina,» 2019.
- [3] I. N. d. E. e. Informatica, Caracteristicas de las viviendas particulares y los hogares accesos basicos, Lima, 2018.
- [4] M. d. S. -. O. G. d. d. Nacional, El Terremoto y Maremoto del sur del Peru, Lima-Perú, 2005.
- [5] D. Cabrera y W. Huaynate Granados, «MEJORAMIENTO DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE ANTE UNA EXPOSICION PROLONGADA DE AGUA POR EFECTO DE INUNDACIONES,» Lima, 2010.
- [6] F. José, «Análisis de las ventajas y desventajas de las tecnicas no convencionales en la construccion de edficiaciones frente a un evento sísmico,» *Revista Digital*, 2015.
- [7] O. E. Salvador Cano, «Evaluación del comportamiento a comprensión de las unidades de adobe convencional frente a las unidades de adobe estabilizado con cemento y asfalto Caraz 2019,» Lima-Perú, 2019.
- [8] S. C. M. Andrea, «ANÁLISIS COMPARATIVO DE ADOBE CONVENCIONAL Y ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO CON FINES CONSTRUCTIVOS,» Pimentel-Perú, 2020.
- [9] H. Garcia Valderrama, «Análisis del comportamiento físico - mecánico del adobe estabilizado con cemento Portland tIpo I,» Lima - Perú, 2020.
- [10] G. Minke, MANUAL DE CONSTRUCCION EN TIERRA - La tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual, Alemania: Fin de Siglo, 2005.
- [11] F. OSHIRO, Construcción de vivienda económica en adobe estabilizado, Perú.
- [12] P. Gendrop, DICCIONARIO DE ARQUITECTURA, Mexico: Trillas, S. A. de C. V, 1997.

- [13] NORMA TÉCNICA E.080 ADOBE.
- [14] R. N. d. Edificaciones, «Suelos y Taludes,» 2021.
- [15] I. J. V. N. I. D. T. y. I. Á. R. Dr. Marcial Blodet, MANUAL DE CONSTRUCCIÓN CON ADOBE REFORZADO CON GEOMALLAS, Lima, Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2010.
- [16] C. Y. S. MINISTERIO DE VIVIENDA, NORMA E.80 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA, 2017.
- [17] M. Á. y. S. Chinchón, INTRODUCCIÓN A LA FABRICACIÓN Y NORMALIZACIÓN DEL CEMENTO PORTLAND, UNIVERSIDAD DE ALICANTE. SERVI, 2014.
- [18] J. V. Neumann, «Nomas de tierra: Ensayos de tracción Indirecta,» *terra LYON*, vol. 12, nº 4, p. 8, 2016.
- [19] N. T. PERUANA, UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prismas de albañilería, Lima, Perú: INDECOPI, 2013.
- [20] N. T. PERUANA, UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería, Lima, Perú: INDECOPI, 2005.
- [21] N. T. PERUANA, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos, Lima, Perú: INACAL, 2003 (revisada el 2015).
- [22] N. T. PERUANA, AGREGADOS, Definición y clasificación de agregados para el uso en morteros y hormigones (concretos), Lima, Perú: INDECOPI, 2008.
- [23] N. T. PERUANA, AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global, Lima, Perú: INACAL, 2013 (revisada el 2018).
- [24] N. T. PERUANA, SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo, Lima, Perú: INACAL, 1998 (revisada el 2019).
- [25] N. T. PERUANA, SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido. límite plástico, e índice de plasticidad de suelos, Lima, Perú: INACAL, 1999 (revisada el 2019).
- [26] M. d. T. y. Comunicaciones, Manual de Ensayo de Materiales RD, Lima, Perú: Biblioteca Nacional del Perú, 2016.

- [27] N. T. PERUANA, Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino, Lima, Perú: INDECOPI, 2013.
- [28] C. y. S. Ministerio de Vivienda, «Norma E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA,» 2017.
- [29] N. T. PERUANA, AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado, Lima, Perú: INDECOPI, 1999.
- [30] M. Alvarez Alonso, J. Guinea y J. Diaz Romenal, «CONSTRUCCIONES A BASE DE TIERRA,» *Informes de la construcción*, vol. 36, n° 365, p. 6, 1984.
- [31] I. I. d. I. C. y. Gerencia, Manual de Ensayo de Materiales - Analisis Granulometrico de Suelos por Tamizado.

Anexos

Anexo 01: Ensayos de laboratorio

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME N° LEM USAT 033-2023-II

FECHA: 27 de octubre 2023

VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIANTE: YANELY JULÓN FERNÁNDEZ

TITULO DE LA TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA ESTABILIZADOS CON CEMENTO FRENTE A BLOQUES DE TIERRA CONVENCIONALES

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizados por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

- Contenido de humedad
- Granulometría
- Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad
- Peso específico relativo
- Ensayo de compresión en cubos
- Ensayo brasileño de tracción
- Resistencia del mortero a la tracción
- Resistencia del murete a la compresión
- Resistencia del murete a la tracción indirecta

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Responsable de Lab Ing. Civil Ambiental

Henry Rivadeneyra Oblitas Ferrer
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MUGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Teñista: Julio Fernández Yarely
Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
Tesis: "Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizados con cemento frente a bloques de tierra convencionales"
Lugar: Dist. Sicocha, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca
Fecha de emisión: Chiclayo, 09 de septiembre del 2022

ENSAYO: SUELO: Método de ensayo para el análisis granulométrico
 SUELO: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo - 1a. ed
NORMA DE REFERENCIA: N T P 399 129 1999
 N T P 399 131
 N T P 336 127 1988

Calicata: C-01

Muestra: M-1

Profundidad: 0.10m - 1.50m

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados Retenido	Que pasa
3"	75 000	0.0	100.0
2"	50 000	0.0	100.0
1 1/2"	37 500	0.0	100.0
1"	25 000	0.0	100.0
3/4"	19 000	0.0	100.0
1/2"	12 500	0.0	100.0
3/8"	9 500	0.0	100.0
1/4"	6 300	2.8	97.2
N° 4	4 750	12.3	87.7
N° 10	2 000	17.7	82.3
N° 20	0 850	26.0	74.0
N° 50	0 300	54.4	45.6
N° 100	0 150	84.4	15.6
N° 200	0 075	97.9	2.1

Distribución granulométrica			
% Grava	G.G. %	G.F. %	Total
	0.0	12.3	12.3
	A.G. %	5.4	
	A.M. %	17.8	
	A.F. %	32.5	55.7
% Arcilla y Limo		32.1	32.1
Total		100.0	100.0

Contenido de Humedad	
	14.0

Ensayo de Límite de Atterberg	
Límite líquido (LL)	27.16 (%)
Límite Plástico (LP)	18.50 (%)
Índice Plástico (IP)	8.66 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	SC
Descripción del suelo	Arena arcillosa
Clasificación (AASHTO)	A-2-4 (0)
Descripción	BUENO




 Ronald Yarely Yarely
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



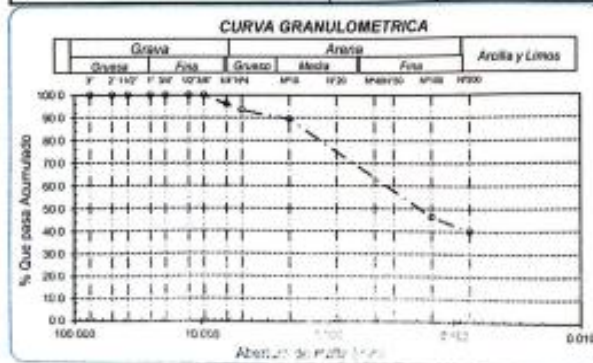
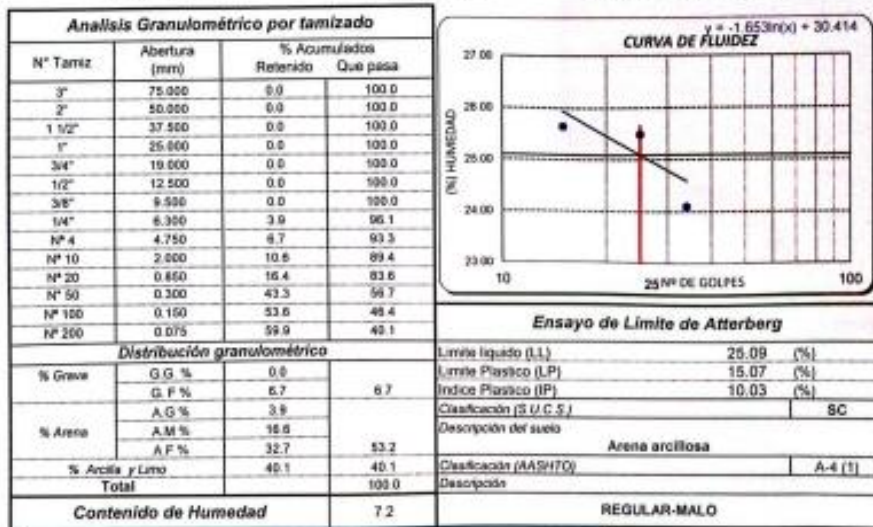
Tecista: Julián Fernández Yanely
 Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis: "Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales"
 Lugar: Dist. Sicocha, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca
 Fecha de emisión: Chiclayo, 09 de septiembre del 2022

ENSAYO: SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA: N.T.P. 399.128 - 1999
 N.T.P. 399.131
 N.T.P. 399.127. 1998

Calicata: C-02

Muestra: M-2

Profundidad: 0.10m. - 1.50m.



Rufo Yanely Jblitas Yanely
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Juan Fernández Yarely
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : "Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales"
 Lugar : Dist. Sábata, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca
 Fecha de emisión : Chiclayo, 08 de septiembre del 2022

ENSAYO : SUELO Método de ensayo para el análisis granulométrico
 SUELO Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 SUELOS Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 N.T.P. 399.131
 N.T.P. 399.127 : 1998

Calicata: C-03

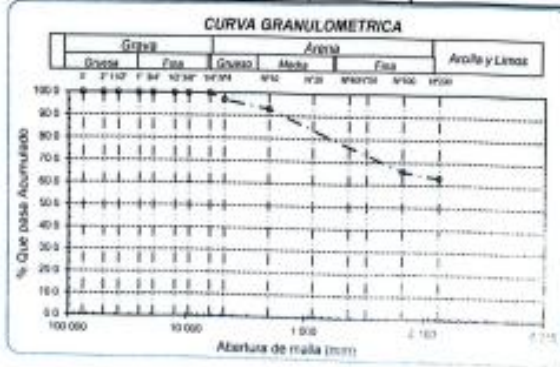
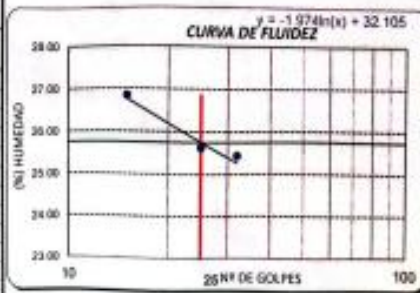
Muestra: M-3

Profundidad: 0.10m. - 1.50m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	3.1	96.9
N° 10	2.000	7.0	93.0
N° 20	0.850	13.9	86.1
N° 50	0.300	29.8	70.2
N° 100	0.150	34.1	65.9
N° 200	0.075	36.8	63.2

Distribución granulométrica			
% Grava	O.G. %		
	O.F. %	3.1	
	A.G. %	3.9	
% Arena	A.M. %	12.7	
	A.F. %	17.1	33.7
% Arcilla y Limo		63.2	
Total		100.0	

Ensayo de Límite de Atterberg	
Límite líquido (LL)	25.75 (%)
Límite Plástico (LP)	15.03 (%)
Índice Plástico (IP)	9.82 (%)
Clasificación (U.C.S.)	CL
Descripción del suelo	Arcilla arenosa de baja plasticidad
Clasificación (AASHTO)	A-4 (6)
Descripción	REGULAR-MALO



Juan Fernández Yarely
 TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Julián Fernández Yanely
 Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : "Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales"
 Lugar : Dist. Súcota, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 22 de Junio del 2023

ENSAYO : Peso específico relativo de sólidos (G_s)-Material que pasa la malla N° 4
 REFERENCIA : NTP 339.131 ASTM D - 854

	C-01	C-02	C-03
1 N° de foia	N°1	N°2	N°3
2 Peso de la foia	g. 465.9	465.9	465.9
3 Peso de la muestra de suelo - seco	g. 584.1	454.1	716.1
4 Peso de la muestra de suelo seco + peso de la foia (2+3)	g. 1050.0	920.0	1182.0
5 Peso de la muestra + Foia + agua	g. 1255.0	1175.0	1336.0
6 Peso de la foia + peso de agua	g. 911.0	911.0	911.0
7 Peso específico relativo de sólidos (G_s) (3)/(3+6)-5	g/cm ³ 2.433	2.39	2.460

OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.



Rosalbetea J. J. J.
 TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

Tesista : Julón Fernández Yanely
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de los bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales
Lugar : Dist. Súcota, Prov. Cutervo, Reg. Cajamarca.
Fecha de emisión : Chiclayo, 09 de septiembre del 2022

Ensayo : Contenido de Humedad de un Suelo
Referencia : NTP 339.127 o ASTM D2216

Muestras : Provincia de cutervo
 Datos

	C-1	C-2	C-3
1.- Nº de Recipiente (gr.)	207	17	13
2.- Peso Suelo humedo+Recipiente (gr.)	84.53	152	37.85
3.- Peso de muestra seca + Recipiente (gr.)	79.95	139.95	35.48
4.- Peso de Agua (2)-(3) (gr.)	4.58	12.05	2.37
5.- Peso de recipiente (gr.)	32.8	45.9	17.0
6.- Peso Suelo Seco (3)-(5) (%)	47.11	94.10	18.53
7.-% de Contenido de humedad (%)	9.72	12.81	12.79

Observaciones :

0



Rivindere Abitas Henry
 Rivindere Abitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Julón Fernández Yanelly
 Escuela : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 Tesis : EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA ESTABILIZADAS CON CEMENTO FRENTE A BLOQUES DE TIERRA CONVENCIONALES
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg.
 Fecha : Chiclayo, 17 de Mayo del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de succión
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Descripción de la unidad	Peso		Dimensiones		Area cm ²	Succión gr
		Humedo (g)	Seco (g)	Largo cm	Ancho cm		
01	Convencional	10634.0	10554.0	40.0	20.0	800.0	20.0
02	Convencional	10845.0	10734.0	40.0	20.0	800.0	27.8
03	Convencional	10649.0	10573.0	40.0	20.0	800.0	19.0
04	Convencional	10932.0	10754.0	40.0	20.0	800.0	44.5
05	Convencional	10876.0	10753.0	40.0	20.0	800.0	30.8
06	Convencional	10533.0	10453.0	40.0	20.0	800.0	20.0
Desviación estandar (σ)							9.82726
Coeficiente de variación (V%)							0.36397
Succión promedio (gr)							27.00



Rivaleskyra Jblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Testista : Julón Fernández Yarely
 Escuela : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 Tesis : EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA ESTABILIZADAS CON CEMENTO FRENTE A BLOQUES DE TIERRA CONVENCIONALES
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg.
 Fecha : Chiclayo, 17 de Mayo del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de succión
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Descripción de la unidad	Peso		Dimensiones		Área cm ²	Succión gr
		Humedo (g)	Seco (g)	Largo em	Ancho em		
01	3% de cemento	9788.0	9290.0	40.0	20.0	800.0	124.5
02	3% de cemento	11060.0	10558.0	40.0	20.0	800.0	125.5
03	3% de cemento	10550.0	10040.0	40.0	20.0	800.0	127.5
04	3% de cemento	10818.0	10320.0	40.0	20.0	800.0	124.5
05	3% de cemento	10586.0	10062.0	40.0	20.0	800.0	131.0
06	3% de cemento	9144.0	8624.0	40.0	20.0	800.0	130.0
Desviación estándar (σ)							2.82253
Coeficiente de variación (V%)							0.0222
Succión promedio (gr)							127.17




 Rivaldo Mejía Jblitas Jenty
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Julón Fernández Yarely
 Escuela : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 Tesis : EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA ESTABILIZADAS CON CEMENTO FRENTE A BLOQUES DE TIERRA CONVENCIONALES
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg.
 Fecha : Chiclayo, 17 de Mayo del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de succión
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Descripción de la unidad	Peso		Dimensiones		Área cm ²	Succión gr
		Humedo (g)	Seco (g)	Largo cm	Ancho cm		
01	5% de cemento	11190.0	10990.0	40.0	20.0	800.0	50.0
02	5% de cemento	11430.0	11160.0	40.0	20.0	800.0	67.5
03	5% de cemento	10680.0	10410.0	40.0	20.0	800.0	67.5
04	5% de cemento	10620.0	10310.0	40.0	20.0	800.0	77.5
05	5% de cemento	11090.0	10860.0	40.0	20.0	800.0	57.5
06	5% de cemento	10840.0	10570.0	40.0	20.0	800.0	67.5
Desviación estandar (σ)							9.54158
Coeficiente de variación (V%)							0.14774
Succión promedio (gr)							64.58



Rivarolkyra Jbitas Acuña
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesis : Julón Fernández Yancy
 Escuela : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 Tesis : EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA ESTABILIZADAS CON CEMENTO FRENTE A BLOQUES DE TIERRA CONVENCIONALES
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg.
 Fecha : Chiclayo, 17 de Mayo del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de succión
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Descripción de la unidad	Peso		Dimensiones		Area cm ²	Succión gr
		Humedo (g)	Seco (g)	Largo cm	Ancho cm		
01	8% cemento	10520.0	10260.0	40.0	20.0	800.0	65.0
02	8% cemento	11060.0	10830.0	40.0	20.0	800.0	57.5
03	8% cemento	10350.0	10090.0	40.0	20.0	800.0	65.0
04	8% cemento	9870.0	9600.0	40.0	20.0	800.0	67.5
05	8% cemento	11080.0	10870.0	40.0	20.0	800.0	52.5
06	8% cemento	10990.0	10760.0	40.0	20.0	800.0	57.5
Desviación estándar (σ)							5.84523
Coeficiente de variación (V%)							0.09609
Succión promedio (gr)							60.83




 Ricardo Leyva Obilatas Jent
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista: Julón Fernández Yarely
 Escuela: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 Tesis: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA ESTABILIZADAS CON CEMENTO FRENTE A BLOQUES DE TIERRA CONVENCIONALES
 Ubicación: Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha: Chiclayo, 17 de Mayo del 2023

ENSAYO: UNIDADES DE ALBAÑILERÍA *Porcentaje de Absorción*
 REFERENCIA: NORMA N.T.P. 399.613 - 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	Bloque de tierra convencionales	0	10554	0.0
02	Bloque de tierra convencionales	0	10734	0.0
03	Bloque de tierra convencionales	0	10573	0.0
04	Bloque de tierra convencionales	0	10754	0.0
05	Bloque de tierra convencionales	0	10753	0.0
06	Bloque de tierra convencionales	0	10453	0.0
Promedio (%)				0.0

DONDE:

G4 - ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.

G3 - ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.

A - ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

OBSERVACIONES

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Rivudeneyro Jblitas Yarely
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesiata: Julián Fernández Yarely
Escuela: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
Tesis: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA ESTABILIZADAS CON CEMENTO FRENTE A BLOQUES DE TIERRA CONVENCIONALES
Ubicación: Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
Fecha: Chiclayo, 17 de Mayo del 2023

ENSAYO: UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
REFERENCIA: NORMA N.T.P. 399.613 - 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	Bloque de tierra estabilizado con cemento al 5%	14440	10990	31.4
02	Bloque de tierra estabilizado con cemento al 5%	14840	11160	33.0
03	Bloque de tierra estabilizado con cemento al 5%	13920	10410	33.7
04	Bloque de tierra estabilizado con cemento al 5%	13950	10310	35.3
05	Bloque de tierra estabilizado con cemento al 5%	14220	10860	30.9
06	Bloque de tierra estabilizado con cemento al 5%	13970	10570	32.2
Promedio (%)				32.7

DONDE:

G4 - ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUBRO DE 24 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.

G3 - ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.

A - ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

OBSERVACIONES

- Maestro de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.




 Ricardo Yarely Julián Fernández
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista: Julio Fernández Yarely
 Escuela: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 Tesis: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA ESTABILIZADAS CON CEMENTO FRENTE A BLOQUES DE TIERRA CONVENCIONALES
 Ubicación: Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha: Chiclayo, 17 de Mayo del 2023

ENSAYO: UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
 REFERENCIA: NORMA N.T.P. 399.613 - 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	Bloque de tierra estabilizado con cemento al 8%	14170	10260	38.1
02	Bloque de tierra estabilizado con cemento al 8%	14342	10830	32.4
03	Bloque de tierra estabilizado con cemento al 8%	13914	10090	37.9
04	Bloque de tierra estabilizado con cemento al 8%	13486	9600	40.5
05	Bloque de tierra estabilizado con cemento al 8%	14296	10870	31.5
06	Bloque de tierra estabilizado con cemento al 8%	14364	10760	33.5
Promedio (%)				35.7

DONDE:

- G4 ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.
 G3 ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.
 A ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

OBSERVACIONES:

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Rivadeneyra Jblitas Jeno
 Rivadeneyra Jblitas Jeno
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista: Julón Fernández Yanely
Escuela: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis: Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales.

Ubicación: Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental- USAT

Fecha: Chiclayo, 19 de Mayo del 2023

ENSAYO: Ensayo de compresión de material en cubos

REFERENCIA: NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _v (kg/cm ²)
01	Bloque de tierra convencional	100	643	6.4
02	Bloque de tierra convencional	100	523	5.2
03	Bloque de tierra convencional	100	587	5.9
04	Bloque de tierra convencional	100	547	5.5
05	Bloque de tierra convencional	100	704	7.0
06	Bloque de tierra convencional	100	682	6.8

Promedio (P)	6.5
Desviación estandar (σ)	0.51
Coefficiente de variación (V%)	0.01
F _b (kg/cm ²)	6.0

NOTA:

- Ensayo realizado en ladrillo entero
- No se reporta resultado promedio por presentar muestra incompleta
- Ruc: Resistencia a la compresión en unidad entera. (Ruc: 0.92 x R mu)

OBSERVACIONES:

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 20/10/2022
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio



Rivalleneysa Abitas Acuña
Rivalleneysa Abitas Acuña
TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Julón Fernández Yanelly
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales.

Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental- USAT

Fecha : Chiclayo, 19 de Mayo del 2023

ENSAYO : Ensayo de compresión de material en cubos
REFERENCIA : NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA

Muestra N°	Denominación de la unidad	Area bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _c (kg/cm ²)
01	Bloque de tierra estabilizado con cemento al 3%	100	830	8.3
02	Bloque de tierra estabilizado con cemento al 3%	100	690	6.9
03	Bloque de tierra estabilizado con cemento al 3%	100	580	5.8
04	Bloque de tierra estabilizado con cemento al 3%	100	790	7.9
05	Bloque de tierra estabilizado con cemento al 3%	100	760	7.6
0.6	Bloque de tierra estabilizado con cemento al 3%	100	770	7.7

Promedio (P)	7.9
Desviación estandar (σ)	0.31
Coefficiente de variación (V%)	0.00
F ² b (kg/cm ²)	7.6

NOTA:

- Ensayo realizado en ladrillo entero
- No se reporta resultado promedio por presentar muestra incompleta
- Ruc: Resistencia a la compresión en unidad entera. (Ruc: 0.92 x R ma)

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 20/10/2022
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio



[Handwritten Signature]
Rafaela Yaelly Julón Fernández
TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesisista : Julón Fernández Yanelly
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales.

Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental- USAT

Fecha : Chiclayo, 19 de Mayo del 2023

ENSAYO : Ensayo de compresión de material en cubos
REFERENCIA : NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	Bloque de tierra estabilizado con cemento al 5%	100	950	9.5
02	Bloque de tierra estabilizado con cemento al 5%	100	800	8.0
03	Bloque de tierra estabilizado con cemento al 5%	100	890	8.9
04	Bloque de tierra estabilizado con cemento al 5%	100	810	8.1
05	Bloque de tierra estabilizado con cemento al 5%	100	800	8.0
07	Bloque de tierra estabilizado con cemento al 5%	100	940	9.4

Promedio (P)	9.0
Desviación estandar (σ)	0.64
Coefficiente de variación (V%)	0.01
F ^b (kg/cm ²)	8.3

NOTA:

- Ensayo realizado en ladrillo entero
- No se reporta resultado promedio por presentar muestra incompleta
- R_{ue}: Resistencia a la compresión en unidad entera. (R_{ue}: 0.92 x R_{mu})

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 20/10/2022
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio



Riviera Méndez Yvelina Jenny
TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Julón Fernández Yarely
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizados con cemento frente a bloques de tierra convencionales.

Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental- USAT

Fecha : Chiclayo, 19 de Mayo del 2023

ENSAYO : Ensayo de compresión de material en cubos
REFERENCIA : NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	Bloque de tierra estabilizada con cemento al 8%	100	880	8.8
02	Bloque de tierra estabilizada con cemento al 8%	100	1030	10.3
03	Bloque de tierra estabilizada con cemento al 8%	100	950	9.5
04	Bloque de tierra estabilizada con cemento al 8%	100	890	8.9
05	Bloque de tierra estabilizada con cemento al 8%	100	840	8.4
07	Bloque de tierra estabilizada con cemento al 8%	100	780	7.8

Promedio (P)	9.4
Desviación estandar (σ)	0.69
Coefficiente de variación (V%)	0.01
F ^b (kg/cm ²)	9

NOTA:

- Ensayo realizado en ladrillo entero
- No se reporta resultado promedio por presentar muestra incompleta
- R_{ue}: Resistencia a la compresión en unidad entera. (R_{ue}: 0.92 x R_{mu})

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 20/10/2022
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio



[Handwritten Signature]
Rafael Yarely
TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesistas : YANELY JULÓN FERNÁNDEZ
 Atención : UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 Proyecto : Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales.

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 16 de Junio del 2023

Metodo de ensayo normalizado para la determinación del material de tierra a la tracción

Código ASTM C-39/39M -2004

Título Standard Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

$$f_c = \frac{(2xP)}{(3.1416 \times d^2 \times h)}$$

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _c (Kg/cm ²)
CP-01	ADOBE CONVENCIONAL	19/06/2023	16/06/2023	28	15.24	30.48	1060	1.5
CP-02	ADOBE CONVENCIONAL	19/06/2023	16/06/2023	28	15.24	30.48	1260	1.7
CP-03	ADOBE CONVENCIONAL	19/06/2023	16/06/2023	28	15.24	30.48	1120	1.5
CP-04	ADOBE CONVENCIONAL	19/06/2023	16/06/2023	28	15.24	30.48	1070	1.5
CP-05	ADOBE CONVENCIONAL	19/06/2023	16/06/2023	28	15.24	30.48	1120	1.5
CP-06	ADOBE CONVENCIONAL	19/06/2023	16/06/2023	28	15.24	30.48	1140	1.6

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



[Handwritten Signature]
 Ruydeneyro Jblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesistas : Julón Fernández Yanely
 Atención : UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 Proyecto : Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales.
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 16 de Junio del 2023

Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia del material de tierra a la tracción

Código ASTM C-39/39M -2004

Título Standard Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

$$f_c = \frac{[2xP]}{[3.1416 \times d^2 \times h]}$$

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _c (Kg/cm ²)
CP-01	BLOQUE DE TIERRA ESTABILIZADO CON 3% CEMENTO	19/05/2023	16/06/2023	28	15.24	30.48	960	1.3
CP-02	BLOQUE DE TIERRA ESTABILIZADO CON 3% CEMENTO	19/05/2023	16/06/2023	28	15.24	30.48	850	1.2
CP-03	BLOQUE DE TIERRA ESTABILIZADO CON 3% CEMENTO	19/05/2023	16/06/2023	28	15.24	30.48	910	1.2
CP-04	BLOQUE DE TIERRA ESTABILIZADO CON 3% CEMENTO	19/05/2023	16/06/2023	28	15.24	30.48	920	1.3
CP-05	BLOQUE DE TIERRA ESTABILIZADO CON 3% CEMENTO	19/05/2023	16/06/2023	28	15.24	30.48	820	1.1
CP-06	BLOQUE DE TIERRA ESTABILIZADO CON 3% CEMENTO	19/05/2023	16/06/2023	28	15.24	30.48	830	1.1

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.




 Yvelyn Yobitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesistas : YANELY JULÓN FERNÁNDEZ
 Atención : UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 Proyecto : Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales.
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 16 de Noviembre del 2022

Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia del material de tierra a la tracción

Código ASTM C-39/39M -2004

Título Standard Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

$$f_c = \frac{2xP}{3.1416 \times d^2 \times h}$$

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _c (Kg/cm ²)
CP-01	BLOQUE DE TIERRA ESTABILIZADO CON 5 % DE CEMENTO	19/06/2023	16/06/2023	28	15.24	30.48	920	1.3
CP-02	BLOQUE DE TIERRA ESTABILIZADO CON 5 % DE CEMENTO	19/06/2023	16/06/2023	28	15.24	30.48	990	1.4
CP-03	BLOQUE DE TIERRA ESTABILIZADO CON 5 % DE CEMENTO	19/06/2023	16/06/2023	28	15.24	30.48	920	1.3
CP-04	BLOQUE DE TIERRA ESTABILIZADO CON 5 % DE CEMENTO	19/06/2023	16/06/2023	28	15.24	30.48	840	1.2
CP-05	BLOQUE DE TIERRA ESTABILIZADO CON 5 % DE CEMENTO	19/06/2023	16/06/2023	28	15.24	30.48	920	1.3
CP-06	BLOQUE DE TIERRA ESTABILIZADO CON 5 % DE CEMENTO	19/06/2023	16/06/2023	28	15.24	30.48	840	1.2

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Rivendeyra Jhilita Aery
 Rivendeyra Jhilita Aery
 TÉCNICO DE LABORATORIO



INFORME DE ENSAYO N° 3920
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesistas : YANELY JULÓN FERNÁNDEZ
 Atención : UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 Proyecto : Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales.
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 16 de Noviembre del 2022

Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia del material de tierra a la tracción

Código ASTM C-39/38M -2004

Título Standard Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

$$f_c = \frac{(2xP)}{(3.1416 \times d^2 \times h)}$$

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _c (Kg/cm ²)
CP-01	BLOQUE DE TIERRA ESTABILIZADO CON 8% CE CEMENTO	19/06/2023	16/06/2023	28	15.24	30.48	1040	1.4
CP-02	BLOQUE DE TIERRA ESTABILIZADO CON 8% CE CEMENTO	19/06/2023	16/06/2023	28	15.24	30.48	930	1.3
CP-03	BLOQUE DE TIERRA ESTABILIZADO CON 8% CE CEMENTO	19/06/2023	16/06/2023	28	15.24	30.48	960	1.3
CP-04	BLOQUE DE TIERRA ESTABILIZADO CON 8% CE CEMENTO	19/06/2023	16/06/2023	28	15.24	30.48	1130	1.5
CP-05	BLOQUE DE TIERRA ESTABILIZADO CON 8% CE CEMENTO	19/06/2023	16/06/2023	28	15.24	30.48	1010	1.4
CP-06	BLOQUE DE TIERRA ESTABILIZADO CON 8% CE CEMENTO	19/06/2023	16/06/2023	28	15.24	30.48	990	1.4

OBSERVACIONES

- Muestreo realizados por el solicitante
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Yanely Julón Fernández
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Solicitante : JULÓN FERNÁNDEZ YANELY
 Código : 1910A_22/LEMS W & C
 Proyecto / Obra : EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA ESTABILIZADAS CON CEMENTO FRENTE A BLOQUES DE TIERRA CONVENCIONALES
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg Lambayeque.
 Fecha de apertura : 17/12/2022

Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la Resistencia del mortero a la tracción.
 Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra N°	Descripción de la muestra.	Fecha Ensayo	Carga (Kgf)	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Altura (Cm)	δ Kg/Cm ²
01	Bloque de tierra convencional	17/12/2022	308	39.6	19.7	9.6	0.20
02	Bloque de tierra convencional	17/12/2022	262	39.6	19.6	10.0	0.17
03	Bloque de tierra convencional	17/12/2022	329	39.6	19.7	9.8	0.21
04	Bloque de tierra convencional	17/12/2022	154	39.6	19.1	9.7	0.10
05	Bloque de tierra convencional	17/12/2022	208	39.6	19.5	9.8	0.14
06	Bloque de tierra convencional	17/12/2022	164	39.6	18.6	9.7	0.11

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.




LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 24804




Jhonatan Jblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Solicitud de Ensayo : 1910A_22/LEMS W & C
 Solicitante : Julón Fernández Yanely
 Proyecto / Obra : EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA ESTABILIZADAS CON CEMENTO FRENTE A BLOQUES DE TIERRA CONVENCIONALES
 Ubicación : Distrito Pimentel, Prov Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : 19 de noviembre del 2022.
 Inicio de ensayo : 19 de noviembre del 2022.
 Fin de ensayo : 17 de diciembre del 2022

Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del murete a compresión.

Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de elaboración (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm ²)	hp/tp	Carga (N)	f _m (Mpa)	Factor Correc.	f _{mt} (Mpa)	f _{mt} (kg/cm ²)
01	Bloque de tierra estabilizada	19/11/2022	17/12/2022	28	400	200	650	80000	3.25	44101	0.55	1.09	0.60	6.13
02	Bloque de tierra estabilizada	19/11/2022	17/12/2022	28	400	200	650	80000	3.25	44875	0.56	1.09	0.61	6.23
03	Bloque de tierra estabilizada	19/11/2022	17/12/2022	28	400	200	650	80000	3.25	40629	0.51	1.09	0.55	5.64
04	Bloque de tierra convencional	19/11/2022	17/12/2022	28	400	200	650	80000	3.25	52368	0.65	1.09	0.71	7.28
05	Bloque de tierra convencional	19/11/2022	17/12/2022	28	400	200	650	80000	3.25	46493	0.58	1.09	0.63	6.46
06	Bloque de tierra convencional	19/11/2022	17/12/2022	28	400	200	650	80000	3.25	44895	0.56	1.09	0.61	6.24
PROMEDIO DE LAS 4 MEJORES MUESTRAS_ f _m promedio												6.55	(Kg/cm ²)	

OBSERVACIONES:

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.




LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



INSTITUTO NACIONAL DE NORMAS TÉCNICAS Y ESTÁNDARES
ISAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO




LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246984



Rina Gabriela Jilbitas Acuña
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Solicitud de Ensayo : 1910A_22/LEMS W & C
 Solicitante : JULÓN FERNÁNDEZ YANELY
 Proyecto / Obra : EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA ESTABILIZADAS CON CEMENTO FRENTE A BLOQUES DE TIERRA CONVENCIONALES
 Ubicación : Disto. Pimentel, Prov.Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : 19 de mayo del 2023
 Inicio de ensayo : 19 de mayo del 2023
 Fin de ensayo : 16 de junio del 2023.

Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del murete a compresión.

Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de elaboración (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm ²)	hp/tp	Carga (N)	f _m (Mpa)	Factor Correc.	f _{mt} (Mpa)	f _{mt} (kg/cm ²)
01	Bloque de tierra estabilizado al 3 % de cemento	19/05/2022	16/06/2022	28	400	200	650	80000	3.25	18946	0.24	1.09	0.26	2.63
02	Bloque de tierra estabilizado al 3 % de cemento	19/05/2022	16/06/2022	28	400	200	650	80000	3.25	18741	0.23	1.09	0.26	2.60
03	Bloque de tierra estabilizado al 3 % de cemento	19/05/2022	16/06/2022	28	400	200	650	80000	3.25	18730	0.21	1.09	0.23	2.32
04	Bloque de tierra estabilizado al 3 % de cemento	19/05/2022	16/06/2022	28	400	200	650	80000	3.25	18750	0.23	1.09	0.26	2.61
05	Bloque de tierra estabilizado al 3 % de cemento	19/05/2022	16/06/2022	28	400	200	650	80000	3.25	19015	0.24	1.09	0.26	2.64
06	Bloque de tierra estabilizado al 3 % de cemento	19/05/2022	16/06/2022	28	400	200	650	80000	3.25	18750	0.23	1.09	0.26	2.61
PROMEDIO DE LAS MEJORES MUESTRAS_f _m promedio												2.62	(Kg/cm ²)	

OBSERVACIONES:

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL.

 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246994

 RIVINDYRA JEBITAS JENRY
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Solicitante : Julón Fernández Yanelly
 Proyecto / Obra : EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA ESTABILIZADAS CON CEMENTO FRENTE A BLOQUES DE TIERRA CONVENCIONALES
 Ubicación : Disto. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : 19 de mayo del 2023
 Inicio de ensayo : 19 de mayo del 2023
 Fin de ensayo : 16 de junio del 2023

Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del murete a compresión.

Referencia : NORMA E 080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.


Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de elaboración (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm ²)	hp/tp	Carga (N)	f _m (Mpa)	Factor Correc.	f _{mt} (Mpa)	f _{mt} (kg/cm ²)
01	Bloque de tierra estabilizado al 5% de cemento	19/05/2023	16/06/2023	28	400	200	650	80000	3.25	34441	0.43	1.09	0.47	4.79
02	Bloque de tierra estabilizado al 5% de cemento	19/05/2023	16/06/2023	28	400	200	650	80000	3.25	32793	0.41	1.09	0.45	4.56
03	Bloque de tierra estabilizado al 5% de cemento	19/05/2023	16/06/2023	28	400	200	650	80000	3.25	32176	0.40	1.09	0.44	4.47
04	Bloque de tierra estabilizado al 5% de cemento	19/05/2023	16/06/2023	28	400	200	650	80000	3.25	34206	0.43	1.09	0.47	4.75
05	Bloque de tierra estabilizado al 5% de cemento	19/05/2023	16/06/2023	28	400	200	650	80000	3.25	33431	0.42	1.09	0.46	4.64
06	Bloque de tierra estabilizado al 5% de cemento	19/05/2023	16/06/2023	28	400	200	650	80000	3.25	33794	0.42	1.09	0.46	4.70
PROMEDIO DE LAS 4 MEJORES MUESTRAS_ f _m promedio												4.72	(Kg/cm ²)	

OBSERVACIONES:


- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


TÉCNICO DE LABORATORIO


MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 24554


Ruvardito Rojas Torres
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Solicitante : Julón Fernández Yanelly
 Proyecto / Obra : EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA ESTABILIZADAS CON CEMENTO FRENTE A BLOQUES DE TIERRA CONVENCIONALES
 Ubicación : Disto. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : 15 de mayo del 2023.
 Inicio de ensayo : 15 de mayo del 2023.
 Fin de ensayo : 16 de junio del 2023.
 Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del murete a compresión.
 Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de elaboración (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm ²)	hp/tp	Carga (N)	f _m (Mpa)	Factor Correc.	f _{mt} (Mpa)	f _{mt} (kg/cm ²)
01	Bloque de tierra estabilizado al 8% de cemento	19/05/2023	16/06/2023	28	400	200	650	80000	3.25	36098	0.45	1.09	0.49	5.02
02	Bloque de tierra estabilizado al 8% de cemento	19/05/2023	16/06/2023	28	400	200	650	80000	3.25	39619	0.50	1.09	0.54	5.50
03	Bloque de tierra estabilizado al 8% de cemento	19/05/2023	16/06/2023	28	400	200	650	80000	3.25	34480	0.43	1.09	0.47	4.79
04	Bloque de tierra estabilizado al 8% de cemento	19/05/2023	16/06/2023	28	400	200	650	80000	3.25	38746	0.48	1.09	0.53	5.38
05	Bloque de tierra estabilizado al 8% de cemento	19/05/2023	16/06/2023	28	400	200	650	80000	3.25	42639	0.53	1.09	0.58	5.92
06	Bloque de tierra estabilizado al 8% de cemento	19/05/2023	16/06/2023	28	400	200	650	80000	3.25	31097	0.39	1.09	0.42	4.32
PROMEDIO DE LAS 4 MEJORES MUESTRAS_f _{mt} promedio												5.46	(Kg/cm ²)	

OBSERVACIONES:

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO


LEMS W&C EIRL
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 245384


Rina Mercedes Ubitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Solicitud de Ensayo: 1910A_221LEMS W & C
 Solicitante: Julián Fernández Yarely
 Proyecto / Obra: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA ESTABILIZADAS CON CEMENTO FRENTE A BLOQUES DE TIERRA CONVENCIONALES
 Ubicación: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha de Apertura: 17 de diciembre del 2022
 Inicio de ensayo: Sábado, 19 de noviembre del 2022
 Fin de ensayo: Sábado, 17 de diciembre del 2022
 Ensayo: ADOBE: Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del muele a compresión diagonal.
 Referencia: NORMA E 060 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Espesor cm	Longitud cm	Altura cm	Área cm ²	Altura / espesor	P kgf	Resistencia Compresión kgf/cm ²
01	Bloque de tierra convencional	19/11/2022	17/12/2022	28	20.0	65.0	65.0	1300	3.3	1045	0.40
02	Bloque de tierra convencional	19/11/2022	17/12/2022	28	20.0	65.0	65.0	1300	3.3	551	0.21
03	Bloque de tierra convencional	19/11/2022	17/12/2022	28	20.0	65.0	65.0	1300	3.3	912	0.36
04	Bloque de tierra convencional	19/11/2022	17/12/2022	28	20.0	65.0	65.0	1300	3.3	1134	0.44
05	Bloque de tierra convencional	19/11/2022	17/12/2022	28	20.0	65.0	65.0	1300	3.3	666	0.26
06	Bloque de tierra convencional	19/11/2022	17/12/2022	28	20.0	65.0	65.0	1300	3.3	912	0.36
PROMEDIO DE LAS 4 MEJORES MUESTRAS_V'FD promedio									0.385		(Kg/cm ²)

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante




LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 244984




Rudy de la Cruz
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Solicitud de Ensayo 1910A_22LEMS W & C
 Solicitante: Julián Fernández Yarely
 Proyecto / Obra: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA ESTABILIZADAS CON CEMENTO FRENTE A BLOQUES DE TIERRA CONVENCIONALES
 Ubicación: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha de Apertura: Viernes, 19 de mayo del 2023.
 Inicio de ensayo: Viernes, 19 de mayo del 2023.
 Fin de ensayo: Viernes, 16 de junio del 2023.
 Ensayo: ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del murete a compresión diagonal.
 Referencia: NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Espesor cm	Longitud cm	Altura cm	Área cm ²	Altura / espesor	P kgf	Resistencia Compresión kgf/cm ²
01	Bloque de tierra estabilizados al 8%	19/05/2023	16/06/2023	28	20.0	65.0	65.0	1300	3.3	662	0.25
02	Bloque de tierra estabilizados al 8%	19/05/2023	16/06/2023	28	20.0	65.0	65.0	1300	3.3	747	0.29
03	Bloque de tierra estabilizados al 8%	19/05/2023	16/06/2023	28	20.0	65.0	65.0	1300	3.3	770	0.30
04	Bloque de tierra estabilizados al 8%	19/05/2023	16/06/2023	28	20.0	65.0	65.0	1300	3.3	284	0.11
05	Bloque de tierra estabilizados al 8%	19/05/2023	16/06/2023	28	20.0	65.0	65.0	1300	3.3	674	0.22
06	Bloque de tierra estabilizados al 8%	19/05/2023	16/06/2023	28	20.0	65.0	65.0	1300	3.3	731	0.28
PROMEDIO DE LAS 4 MEJORES MUESTRAS_V th promedio									0.28		(Kg/cm ²)

OBSERVACIONES

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.




LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 28864




Ricardo Rojas
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Solicitud de Ensayo: 1910A_22LEMS W & C
 Solicitante: Juan Fernández Varela
 Proyecto / Obra: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA ESTABILIZADAS CON CEMENTO FRENTE A BLOQUES DE TIERRA CONVENCIONALES
 Ubicación: Dist. Pimentel, Prov Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha de Apertura: Viernes, 19 de mayo del 2023.
 Inicio de ensayo: Viernes, 19 de mayo del 2023.
 Fin de ensayo: Viernes, 18 de junio del 2023.
 Ensayo: ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del murete a compresión diagonal.
 Referencia: NORMA E 060 Daño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

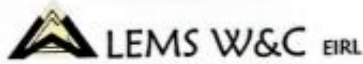
Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Espesor cm	Longitud cm	Altura cm	Área cm ²	Altura / espesor	P kgf	Relatividad Conversión kgf/cm ²
01	Bloque de tierra estabilizado al 5% de cemento	18/05/2023	16/06/2023	28	20.0	65.0	65.0	1300	3.3	787	0.36
02	Bloque de tierra estabilizado al 5% de cemento	18/05/2023	16/06/2023	28	20.0	65.0	65.0	1300	3.3	667	0.26
03	Bloque de tierra estabilizado al 5% de cemento	18/05/2023	16/06/2023	28	20.0	65.0	65.0	1300	3.3	443	0.17
04	Bloque de tierra estabilizado al 5% de cemento	18/05/2023	16/06/2023	28	20.0	65.0	65.0	1300	3.3	512	0.20
05	Bloque de tierra estabilizado al 5% de cemento	18/05/2023	16/06/2023	28	20.0	65.0	65.0	1300	3.3	505	0.20
06	Bloque de tierra estabilizado al 5% de cemento	18/05/2023	16/06/2023	28	20.0	65.0	65.0	1300	3.3	645	0.26
PROMEDIO DE LAS 4 MEJORES MUESTRAS_V m promedio										0.26	(Kg/cm ²)

OBSERVACIONES

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante

**LEMS W&C EIRL.**
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS
**LEMS W&C EIRL.**
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 34996

 RONDENEYRO JBLITAS JELI
 REGISTRO DE LABORATORIO



Certificado INOCOP N°0137794 RNF Servicios 0262852

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswycer@gmail.com

Solicitud de Ensayo: 1910A_22/LEMS W & C
Solicitante: Julián Fernández Yaneley
Proyecto / Obra: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA ESTABILIZADAS CON CEMENTO FRENTE A BLOQUES DE TIERRA CONVENCIONALES
Ubicación: Distrito Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
Fecha de Apertura: Viernes, 19 de mayo del 2023.
Inicio de ensayo: Viernes, 19 de mayo del 2023.
Fin de ensayo: Viernes, 16 de junio del 2023.
Ensayo: ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del muro a compresión diagonal.
Referencia: NORMA E 080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Espesor cm	Longitud cm	Altura cm	Área cm2	Altura / espesor	P kgf	Resistencia Compresión kgf/cm2
01	Bloque de tierra estabilizado al 3% de cemento	19/05/2023	16/06/2023	28	20.0	65.0	65.0	1300	3.3	337	0.13
02	Bloque de tierra estabilizado al 3% de cemento	19/05/2023	16/06/2023	28	20.0	65.0	65.0	1300	3.3	383	0.15
03	Bloque de tierra estabilizado al 3% de cemento	19/05/2023	16/06/2023	28	20.0	65.0	65.0	1300	3.3	740	0.28
04	Bloque de tierra estabilizado al 3% de cemento	19/05/2023	16/06/2023	28	20.0	65.0	65.0	1300	3.3	680	0.26
05	Bloque de tierra estabilizado al 3% de cemento	19/05/2023	16/06/2023	28	20.0	65.0	65.0	1300	3.3	639	0.25
06	Bloque de tierra estabilizado al 3% de cemento	19/05/2023	16/06/2023	28	20.0	65.0	65.0	1300	3.3	584	0.22
PROMEDIO DE LAS 4 MEJORES MUESTRAS_V m promedio									0.25		(Kg/cm2)

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante


LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO QLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 248964




Ricardo Jollán
TÉCNICO DE LABORATORIO

CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA EL RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Chiclayo, 26 de octubre del 2023

Quien suscribe:

Sr. Wilson Arturo Olaya Aguilar

**Representante Legal – LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS
W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.**

AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado "Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizados con cemento frente a bloque de tierra convencionales".

Por el presente, el que suscribe, Wilson Arturo Olaya Aguilar representante legal de la empresa LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. **AUTORIZO** a la estudiante Yanely Julón Fernández identificado con DNI N° 72123696 estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil Ambiental de la UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO y autor del trabajo de investigación denominado "Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizados con cemento frente a bloque de tierra convencionales" para el uso de laboratorio técnico y formatos de procesamiento de datos y cálculo para obtención de resultados de control de calidad en efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.



Ensayos realizados:

- Suelo: Método de ensayo para el análisis granulométrico. NTP. 399.128:1999 (3)
- Suelo: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. NTP.399.131 (3)
- Suelo: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo. NTP.339.127: 1998 (3)
- Suelo: Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo. NTP. 399.131:1999 (3)
- Adobe: Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del material de tierra a la compresión en cubos. NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS
W & C E.I.R.L.

Wilson Arturo Olaya Aguilar
REPRESENTANTE LEGAL LABORATORIO

REFORZAD-2017 (6)

- Adobe: Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del mortero a la tracción.

NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZAD-2017 (6)

- Unidades de albañilería. Rapidez Inicial de absorción (succión). MÉTODO DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA (6)

Unidades de albañilería. Absorción. MÉTODO DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA (6)

- Ensayo de compresión diagonal o tracción indirecta. NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA-2017 (24)

- Ensayo de rotura mínima para medir la resistencia del murete a compresión. NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA-2017 (24)

Atentamente.



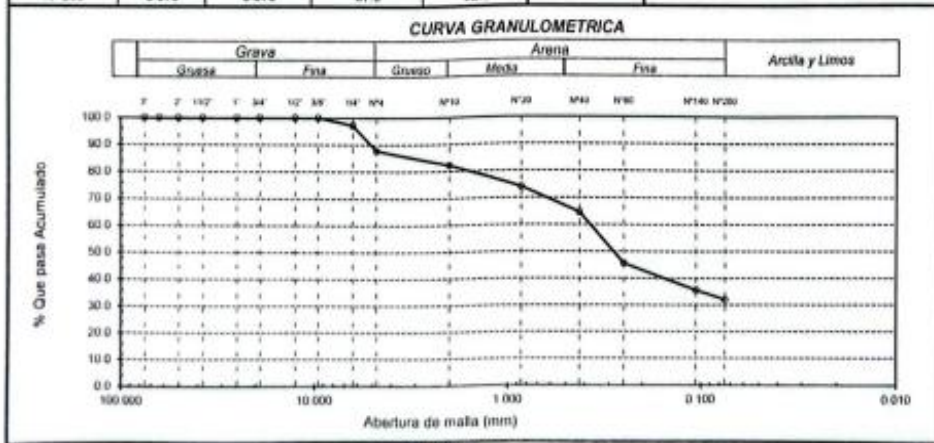
[Signature]
 RIVERO J. J. J.
 TÉCNICO DE LABORATORIO



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
 Chiclayo - Lambayeque
 R.U.C. 20480781334
 Email: servicio@lemswycarl.com

Solicitud de Ensayo : 1910A_22/LEMS W & C
 Solicitante : Yanelly Julón Fernández
 Proyecto / Obra : Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de los bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales
 Ubicación : Chiclayo, departamento de Lambayeque
 Fecha de apertura : 09 de septiembre del 2022
 ENSAYO : SUELO Método de ensayo para el análisis granulométrico
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.120 - 1999
 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : SÓCOTA, CUTERVO, CAJAMARCA
 Calicata : C - 1
 Muestra : M - 1
 Profundidad : 0.70 - 1.00m

Análisis Granulométrico por tamizado					Distribución granulométrica			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Que pasa	Retenido	Requerimiento Granulométrico			
3"	75 000	0.000	0.0	100.0		% Grava	G.G %	0.0
2"	50 000	0.000	0.0	100.0			G.F %	12.3
1 1/2"	37 500	0.000	0.0	100.0			A.G %	5.4
1"	25 000	0.000	0.0	100.0		% Arena	A.M %	17.8
3/4"	19 000	0.000	0.0	100.0			A.F %	32.5
1/2"	12 500	0.000	0.0	100.0		% Arcilla y Limo	32.1	32.1
3/8"	9 500	0.000	0.0	100.0		Total		100.0
N° 4	4 750	9.480	12.3	87.7		Clasificación (S.U.C.S) SC		
N° 10	2 000	5.430	17.7	82.3		Clasificación (AASHTO) A-4 (1)		
N° 20	0 850	8.330	26.0	74.0		Descripción del suelo Arena arcillosa		
N° 40	0 425	9.430	35.5	64.5		Malla N°200		
N° 60	0 250	18.920	54.4	45.6		Observación:		
N° 140	0 106	9.990	64.4	35.6				
N° 200	0 075	3.570	67.9	32.1				



Observaciones:
 - Identificación realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 24998

Riundero y Obitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Solicitud de Ensayo: 1910A_22V, LEMS W & C
 Solicitante: Yanely Julián Fernández
 Proyecto / Obra: Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de los bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales
 Ubicación: Chiclayo, departamento de Lambayeque
 Fecha de apertura: 09 de septiembre del 2022
 ENSAYO: SUELOS Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 5a. ed
 SUELO Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 NORMA DE REFERENCIA: N T P 399 131
 N T P 399 127 1998

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: SÓCOTA, CUTERVO, CAJAMARCA

Calicata: C - 1
 Muestra: M - 1
 Profundidad: 0.70 - 1.00m

Humedad Natural			
Nº Ensayo	H1		-
% Humedad	9.7		-

Resultado	
Humedad Natural	9.7%

Límite Líquido			
Nº Ensayo	L1	L2	L3
Nº Golpe	13	24	35
% Humedad	28.6	27.8	26.2



Límite Plástico			
Nº Ensayo	P1		-
% Humedad	18.5		-

Resultado	
Límite Líquido	27%
Límite Plástico	18%
Índice de Plasticidad	9%

Observaciones:

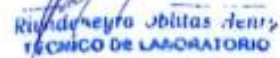
- Identificación realizado por el solicitante



LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246984



Ricardo Obitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : Yanely Julón Fernández
Código : 1910A_22/LEMS W & C
Proyecto : Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de los bloques de tierra estabilizados con cemento frente a bloques de tierra convencionales
Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5
Fecha de Apertura : 09 de septiembre del 2022
Muestra de Suelo: Sòcota, provincia de Cutervo

ENSAYO : SUELO. Método de suelo para determinar el peso específico relativo de las particular sólidas de un suelo
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.131 : 1999

<i>Calicata</i>	: C-1
<i>Muestra</i>	: M-1
<i>Profundidad</i>	: 0.00m - 0.50 m
Gravedad Específica de Sólidos (G_s)	2.43

Observación:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246884




Riveleneira Jblitas
TECNICO DE LABORATORIO

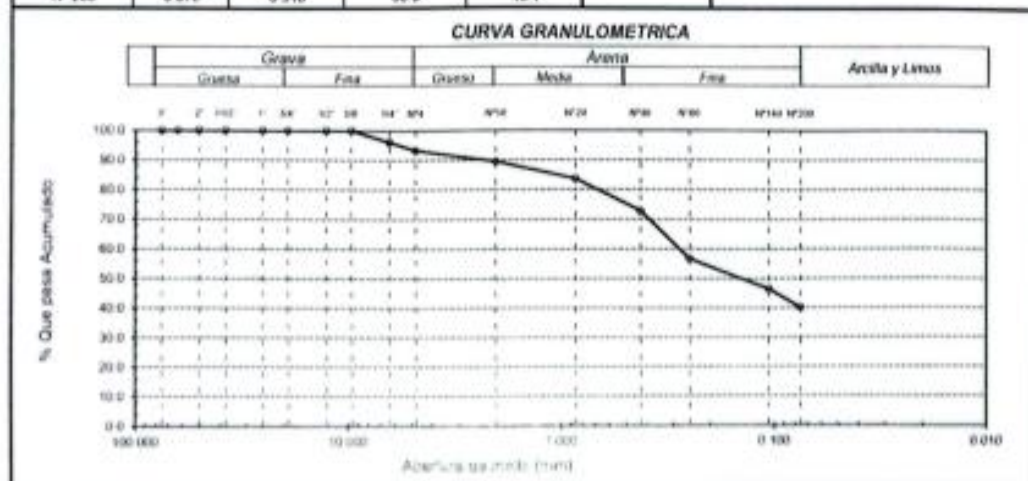
Solicitud de Ensayo: 1910A_22/LEMS W & C
 Solicitante: Yanely Julián Fernández
 Proyecto / Obra: Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de los bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales

Ubicación: Chiclayo, departamento de Lambayeque
 Fecha de apertura: 09 de septiembre del 2022

ENSAYO: SUELO Método de ensayo para el análisis granulométrico
 NORMA DE REFERENCIA: N T P 300 128 - 1999

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: SÓCOTA, CUTERVO, CAJAMARCA
 Calicata: C - 2
 Muestra: M - 2
 Profundidad: 0.70 - 1.00m

Análisis Granulométrico por tamizado					Distribución granulométrica				
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Que pasa	Retenido	Requerimiento Granulométrico				
3"	75.000	0.000	0.0	100.0		% Grava	G.G. %	0.0	6.7
2"	50.000	0.000	0.0	100.0			G.F. %	6.7	
1 1/2"	37.500	0.000	0.0	100.0			A.G. %	3.9	
1"	25.000	0.000	0.0	100.0		% Arena	A.M. %	16.6	53.2
3/4"	19.000	0.000	0.0	100.0			A.F. %	32.7	
1/2"	12.500	0.000	0.0	100.0			% Arcilla y Limo		
3/8"	9.500	0.000	0.0	100.0		Total		100.0	
N° 4	4.750	2.760	6.7	93.3		Clasificación (S.U.C.S)		SC	
N° 10	2.000	3.920	10.6	89.4		Clasificación (AASHTO)		A-4 (1)	
N° 20	0.850	5.810	16.4	83.6		Descripción del suelo		Arena arcillosa	
N° 40	0.425	10.760	27.2	72.8		Malla N°200			
N° 60	0.250	16.100	43.3	56.7		Observación			
N° 140	0.106	10.280	53.6	46.4					
N° 200	0.075	6.310	59.9	40.1					



Observaciones:

Identificación realizado por el solicitante



LEMS W&C EIRL
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




LEMS W&C EIRL
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 248884

Rufo Seyra Jbites Henry
 TECNICO DE LABORATORIO

Solicitud de Ensayo : 1910A_22LEMS W & C
 Solicitante : Yanely Julián Fernández
 Proyecto / Obra : Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de los bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales
 Ubicación : Chiclayo, departamento de Lambayeque
 Fecha de apertura : 09 de septiembre del 2022
 ENSAYO : SUELOS Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed
 SUELO Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131
 N.T.P. 399.127.1006

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: SÓCOTA, CUITERVO, CAJAMARCA

Celoso : C - 2
 Muestra : M - 2
 Profundidad : 0.70 - 1.00m

Humedad Natural			
Nº Ensayo	H1		
% Humedad	12.8		

Resultado	
Humedad Natural	12.8%


Límite Líquido			
Nº Ensayo	L1	L2	L3
Nº Golpe	15	30	25
% Humedad	25.4	24.1	25.5



Límite Plástico			
Nº Ensayo	P1		
% Humedad	15.1		

Resultado	
Límite Líquido	25%
Límite Plástico	15%
Índice de Plasticidad	10%

Observaciones:
 - Identificación realizada por el solicitante.


LEMS W&C EIRL.

WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.

MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 248984

RIVERO MARTÍN JHONATAN
 TÉCNICO DE LABORATORIO



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios 50608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : Yanelly Julón Fernández
Código : 1910A_22/LEMS W & C
Proyecto : Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de los bloques de tierra estabilizados con cemento frente a bloques de tierra convencionales
Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5
Fecha de Apertura : 09 de septiembre del 2022
Muestra de Suelo : Súcota, provincia de Cutervo

ENSAYO : SUELO. Método de suelo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.131 : 1999

Calicata	: C-2
Muestra	: M-1
Profundidad	: 0.00m - 0.50 m
Gravedad Especifica de Sólidos (G_s)	2.39

Observación:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ÁNGEL RUIZ PÉRALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 244384




Rosalinda Jilidas Torres
TÉCNICO DE LABORATORIO

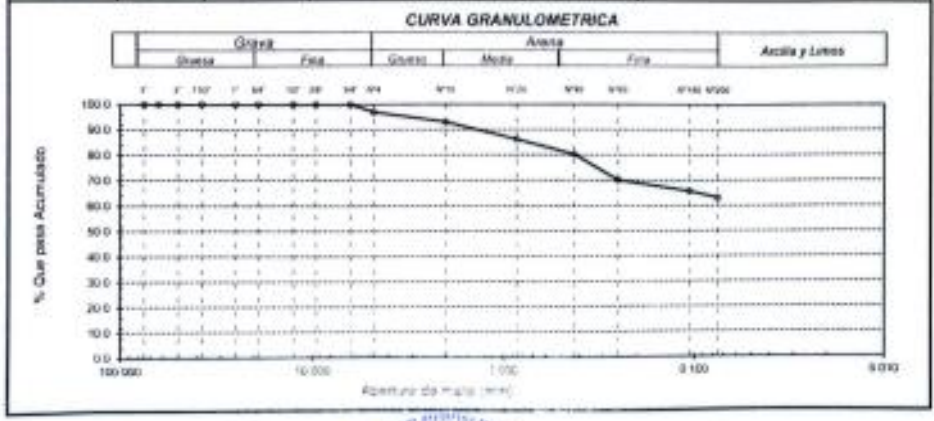
Solicitud de Ensayo : 1910A_221,LEMS W & C
Solicitante : Yanely Julián Fernández
Proyecto / Obra : Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de los bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales

Ubicación : Chiclayo, departamento de Lambayeque
Fecha de apertura : 09 de septiembre del 2022

ENSAYO : SUELO Método de ensayo para el análisis granulométrico
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 - 1996

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : SÓCOTA, CUTERVO, CAJAMARCA
Calicata : C - 3
Muestra : M - 3
Profundidad : 0.70 - 1.00m

Análisis Granulométrico por tamizado					Distribución granulométrica				
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Que pasa	Retenido	Requerimiento Granulométrico				
3"	75.000	0.000	0.0	100.0		% Grava	G.O. %	0.0	3.1
2"	50.000	0.000	0.0	100.0			G.F. %	3.1	
1 1/2"	37.500	0.000	0.0	100.0			A.G. %	3.9	
1"	25.000	0.000	0.0	100.0		% Arena	A.M. %	12.7	33.7
3/4"	19.000	0.000	0.0	100.0			A.F. %	17.1	
1/2"	12.500	0.000	0.0	100.0			% Arcilla y Limo		
3/8"	9.500	0.000	0.0	100.0		Total		100.0	
N° 4	4.750	3.110	3.1	96.9		Clasificación (S.U.C.S.)		CL	
N° 10	2.000	3.930	7.0	93.0		Clasificación (AASHTO)		A-4 (0)	
N° 20	0.850	6.810	13.9	86.2		Descripción del suelo : Arcilla arenosa de alta plasticidad			
N° 40	0.425	9.500	19.6	80.2		Malla N°200			
N° 60	0.250	9.560	29.8	70.3		Observación			
N° 100	0.150	4.370	34.1	65.9					
N° 200	0.075	2.710	36.6	63.2					



Observaciones:
- identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



USAT
UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CHILE
TECNOLOGÍA DE LAMBAYEQUE



LEMS W&C EIRL
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 248801

Solicitud de Ensayo : 1910A_22/LEMS W & C
 Solicitante : Yanely Julián Fernández
 Proyecto / Obra : Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de los bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales
 Ubicación : Chiclayo, departamento de Lambayeque
 Fecha de apertura : 09 de septiembre del 2022
 ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. Test. SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo.
 NORMA DE REFERENCIA : N T P. 308 131
 N T P. 308 127 1990

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: SÓCOYA, CUTERVU, CAJAMARCA

Calicata : C - 3
 Muestra : M - 3
 Profundidad : 0.70 - 1.00m

Humedad Natural			
Nº Ensayo	H1		-
% Humedad	12.8		-

Resultado	
Humedad Natural	12.8%

Límite Líquido			
Nº Ensayo	L1	L2	L3
Nº Golpe	15	32	25
% Humedad	26.8	25.4	25.6



Límite Plástico			
Nº Ensayo	P1		-
% Humedad	15.9		-

Resultado	
Límite Líquido	26%
Límite Plástico	16%
Índice de Plasticidad	10%

 Generaciones:
 - identificación realizado por el solicitante



LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 34461
 RUIZ PERALES JHON
 TECNICO DE LABORATORIO



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : Yanely Julón Fernández
Código : 1910A_22/LEMS W & C
Proyecto : Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de los bloques de tierra estabilizados con cemento frente a bloques de tierra convencionales
Ubicación : Prolong. Bolognesi Km 3.5
Fecha de Apertura : 09 de septiembre del 2022
Muestra de Suelo: Súcota, provincia de Cutervo

ENSAYO : SUELO. Método de suelo para determinar el peso específico relativo de las particular sólidas de un suelo

REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.131 : 1999

Calicata	: C-3
Muestra	: M-1
Profundidad	: 0.00m - 0.50 m
Gravedad Específica de Sólidos (G_s)	2.46

Observación:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 28880



Rosdeneyra Jhitas Araya
TECNICO DE LABORATORIO

Solicitante: JULÓN FERNÁNDEZ YANELY
 Código: 1910A_22/LEMS W & C
 Proyecto / Obra: EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA ESTABILIZADAS CON CEMENTO FRENTE A BLOQUES DE TIERRA CONVENCIONALES
 Ubicación: Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de apertura: 5/11/2022
 Ensayo: ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del material tierra a la compresión (Ensayos de compresión en cubos).
 Referencia: NORMA E 080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	Carga (Kgf)	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Área (cm ²)	Resistencia (Kg/Cm ²)
01	Bloque de tierra convencional	5/11/2022	643	10.00	10.00	100	6.4
02	Bloque de tierra convencional	5/11/2022	523	10.00	10.00	100	5.2
03	Bloque de tierra convencional	5/11/2022	587	10.00	10.00	100	5.9
04	Bloque de tierra convencional	5/11/2022	547	10.00	10.00	100	5.5
05	Bloque de tierra convencional	5/11/2022	704	10.00	10.00	100	7.0
06	Bloque de tierra convencional	5/11/2022	682	10.00	10.00	100	6.8

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante



LEMS W&C EIRL
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TSC ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 741964




Rubén Ayta Jilón
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Solicitante : Julón Fernández Yarely
 Código : 1910A_22/LEMS W & C
 Proyecto / Obra : EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA ESTABILIZADAS CON CEMENTO FRENTE A BLOQUES DE TIERRA CONVENCIONALES
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 03 de noviembre de 2022
 Norma : NTP 399.613
 Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
 Ensayo : Absorción

Muestra N°	Identificación	Absorción (%)
01	Bloque de tierra convencional	0.00
02	Bloque de tierra convencional	0.00
03	Bloque de tierra convencional	0.00
04	Bloque de tierra convencional	0.00
05	Bloque de tierra convencional	0.00
06	Bloque de tierra convencional	0.00

OBSERVACIONES

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.




LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 346864




USAT
 TÉCNICO LABORATORIO



Gladys Jilias Arroy
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Solicitante: Yanely Julián Fernández
 Proyecto / Obra: Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra estabilizadas con cemento frente a bloques de tierra convencionales
 Ubicación: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de ensayo: Lunes, 26 de abril del 2021.

Código: 1910A_22/LEMS W & C
 Título: UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
 Norma: Método de ensayo.
 Ensayo: Rapidez inicial de absorción (Succión).

Muestra N°	Denominación ó Descripción de la muestra	Succión (g/200cm ² /min)	Succión (%)
01	Bloque de tierra convencional	20.00	0.76
02	Bloque de tierra convencional	27.75	1.03
03	Bloque de tierra convencional	19.00	0.72
04	Bloque de tierra convencional	44.50	1.66
05	Bloque de tierra convencional	30.75	1.14
06	Bloque de tierra convencional	20.0	0.8

OBSERVACIONES :

-La identificación, muestreo y ensayo realizada por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC ENSAJOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 746984



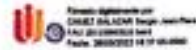

Wilson Arturo Olaya Aguilar
 TÉCNICO DE LABORATORIO



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI



Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00137704

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 006139-2022/DSD - INDECOPI de fecha 25 de marzo de 2022, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación LEMS W&C y logotipo, conforme al modelo

Distingue : Servicios de estudio de mecánica de suelos, estudio de evaluación de estructuras, ensayos y control de calidad del concreto, mezclas asfálticas, emulsiones asfálticas, suelos y materiales.

Clase : 42 de la Clasificación internacional.

Solicitud : 0935718-2022

Titular : LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.

País : Perú

Vigencia : 25 de marzo de 2032



Este es una copia auténtica impresa de un documento electrónico, por lo tanto, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2012-PCM y la Ley N° 27267, el presente documento tiene la misma validez, fuerza y efectos que el original electrónico.

<https://winline.indecopi.gob.pe/validador>

TEL: 011 476 0000

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL
Calle De la Prisa 154, San José, Lima 17, Perú. T.S. 2017/001. Web: www.indecopi.gob.pe



[Handwritten signature]
Rafael Ángel ADUENCA
ENCARGADO DE LABORATORIO

Pág. 1 de 1

Id Documento: wlenwa22bp

***PROYECTO DE TESIS:** EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA ESTABILIZADOS CON CEMENTO FRENTE A BLOQUES DE TIERRA CONVENCIONALES

TESISTA: YANELY JILÓN FERNÁNDEZ

INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FECHA DE PRESUPUESTO: Chiclayo, 5 de setiembre del 2022

ESTUDIO DE CANTERA						
ENSAYOS	# de Cantera	Ensayo x Cantera	Precio		Precio Total	
			Unitario	Parcial		
Completividad	3	1	30	90	180	
Contenido de humedad	3	1	15	45		
Límites de Atterberg	3	1	40	120		
Peso específico	3	1	35	105		

* DISEÑO							
Descripción	Patrón	Material Usado				Sub Total	Precio Total
		CEMENTO					
		0%	3.0%	5.5%	8.0%		
Esfuerzo en esbozo	1	1	1	1	1	4	4

ENSAYOS FÍSICOS DEL ADOBE									
Ensayo	Cantidad	Cantidad de Ensayos				Total	Precio		Precio Total
	Diseño	7	14	24			Unitario	Parcial	
ALABO	1			6		6	5	30	60
COMPANONAMIENTO	1			6		6	5	30	

ENSAYOS MECÁNICOS DEL ADOBE									
Ensayo	Diseño	Cantidad de Ensayos				Total	Precio		Precio Total
		7	14	24			Unitario	Parcial	
RESISTENCIA A COMPRESION EN CUBOS	1			6		6	7.5	45	1635
COMPRESION EN PLAS	4			6		24	15	360	
COMPRESION DIAGONAL EN MURETES	4			6		24	40	960	
MORTERO A TRACCION	1			6		6	15	90	
ABSORCION	1			6		6	15	90	
SUCCION	1			6		6	15	90	
TOTAL =						72			

OTROS		
Descripción	Cantidad	Total
Eliminación de desperdicio	45	45

TOTAL = **1920**
 PRESUPUESTO_ENSAYOS = **S/1,920**

NOTA 1: EL LABORATORIO TRABAJA CON 50% DE PAGO ANTICIPADO
 NOTA 2: Cuenta de Ahorro BCP 30515762659064, Wilson Arturo Olaya Aguilar



LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 GERENTE GENERAL

Wilson Arturo Olaya Aguilar

Rivalesky Jilón Fernández
 TÉCNICO DE LABORATORIO





Fraccionamiento Bolognesi Km. 3.5
Chilayo - Lambayeque
R.U.C. 20448791334
Email: lemsw@ceel@gmail.com

PROYECTO DE TESIS:

EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA ESTABILIZADOS CON CEMENTO FRENTE A BLOQUES DE TIERRA CONVENCIONALES

TESISTA:

YANELY JULÓN FERNÁNDEZ

INSTITUCIÓN:

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO



Handwritten signature and the text "TECNICO DE LABORATORIO" below it.

AGENTE BCP
SANTA VERONICA 1
 FECHA: 07/07/23 HORA: 17:24:36 H984
 NO. OPE: 043806

-----DEPÓSITO-----
 A CTA. AMORROS S/ NRO: 30515762659064
 NOMBRE: OLAYA AGUILAR WILSON ARTURO
 MONTO RECIBIDO: S/ 900.00

AGENTE BCP
BODEGA MIA Y DAYANA
 FECHA: 26/10/23 HORA: 17:05:01 H994522
 NO. OPE: 055331

-----DEPÓSITO-----
 A CTA. AMORROS S/ NRO: 30515762659064
 NOMBRE: OLAYA AGUILAR WILSON ARTURO
 MONTO RECIBIDO: S/ 180.00


 ROLANDO P. JOLITAS RENTY
 TÉCNICO DE LABORATORIO





PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 057 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de la fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.1 °C	26.1 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: LF-005 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE 093-23 (B)
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: LF-001 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE 093-23 A/C

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



[Firma]
Rafael Rodríguez de la Cruz
TÉCNICO DE LABORATORIO

☎ 913 028 621 / 913 028 622

☎ 913 028 623 / 913 028 624

🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lefe 50B - Comas - Lima - Lima

✉ ventas@perutest.com.pe

🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 057 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 2

6. Método de Calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de la fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.1 °C	26.1 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: LF-005 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE 093-23 (B)
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: LF-001 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE 093-23 A/C

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



[Firma]
RUBÉN ESCOBAR
INGENIERO EN METROLOGÍA
TÉCNICO DE LABORATORIO

913 028 621 / 913 028 622

913 028 623 / 913 028 624

www.perutest.com.pe

Av. Chillon Lefe 50B - Comas - Lima - Lima

ventas@perutest.com.pe

PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 057 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso)				
	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	F_4 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	2000	1990	2000	2000	1996
20	4000	4001	4021	4001	4008
30	6000	6042	6042	6042	6042
40	8000	8044	8044	8044	8044
50	10000	10046	10046	10046	10046
60	12000	12048	12048	12048	12048
70	14000	14050	14050	14050	14050
80	16000	16052	16052	16052	16052
90	18000	18054	18054	18054	18054
100	20000	20057	20057	20057	20057
Retorno a Cero		100.0	100.0	110.0	

Indicación del Equipo F [kgf]	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U ($k=2$) [%]
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa e (%)	
2000	0.39	0.50	1.00	0.50	0.66
4000	0.36	0.50	2.56	0.25	3.20
6000	-0.35	0.00	1.41	0.17	0.79
8000	-0.27	0.00	1.10	0.13	0.65
10000	-0.23	0.00	0.91	0.10	0.57
12000	-0.20	0.00	0.79	0.08	0.52
14000	-0.18	0.00	0.71	0.07	0.49
16000	-0.16	0.00	0.65	0.06	0.47
18000	-0.15	0.00	0.60	0.06	0.46
20000	-0.14	0.00	0.57	0.05	0.44

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO [%] 0.60 %



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



Rivero J. J. J. J.
TÉCNICO DE LABORATORIO

☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón lote 605 - Cusco - Perú - Sur
✉ ventos@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST S.A.C.



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 056 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	1912-2023
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo	PRENSA MULTIUSOS
Capacidad	5000 kgf
Marca	FORNEY
Modelo	7691F
Número de Serie	2491
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	OHAUS
Modelo	DEFENDER 300
Número de Serie	NO INDICA
Resolución	0.1 kgf
Ubicación	NO INDICA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración

2023-03-01

Fecha de Emisión

2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología

JOSÉ ALIANDRO FLORES MINAYA

Ricardo Víctor Gaitán Jara

TÉCNICO DE LABORATORIO



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon 1476 508 - Comas - Lima - Lima
🌐 www.perutest.com.pe
🏢 PERUTEST S.A.C.



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 056 - 2023

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	1912-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.	
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
4. Equipo	PRENSA MULTIUSOS	
Capacidad	5000 kgf	
Marca	FORNEY	
Modelo	7691F	
Número de Serie	2491	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	OHAUS	
Modelo	DEFENDER 300	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	0.1 kgf	
Ubicación	NO INDICA	

5. Fecha de Calibración

2023-03-01

Fecha de Emisión

2023-03-02



Jefe del Laboratorio de Metrología

JOSE ALIANDRO FLORES MORAÑA

Rubén Hugo Ceballos de
TÉCNICO DE LABORATORIO



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon 1376 SGB - Comas - Lima - Lima
🌐 ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST S.A.C.



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 056 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de la fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	27.8 °C	27.8 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: LF-001 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE 093-23 A/C



10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de ± 2.0 °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



Rivero Obías, Oscar
TECNICO DE LABORATORIO

913 028 621 / 913 028 622

913 028 623 / 913 028 624

www.perutest.com.pe

Av. Comas 208 - Comas - Lima - Lima

info@perutest.com.pe

PERUTEST S.A.C.



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 056 - 2023

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso)				
	Patrón de Referencia				
%	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	F_4 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	500	500.6	499.3	499.3	499.7
20	1000	1002.0	1000.2	1000.6	1000.8
30	1500	1501.6	1499.9	1500.7	1500.6
40	2000	2003.1	2001.9	2004.8	2003.3
50	2500	2501.4	2499.5	2500.4	2500.5
60	3000	3001.9	2999.4	3000.4	3000.4
70	3500	3502.1	3499.7	3501.7	3500.8
80	4000	4002.3	4000.0	4001.0	4000.8
90	4500	4502.8	4500.2	4501.2	4501.1
100	5000	5003.7	5000.4	5001.4	5001.3
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa α (%)	
500	0.07	0.26	-0.02	0.02	0.36
1000	-0.08	0.18	-0.03	0.01	0.35
1500	-0.04	0.11	-0.03	0.01	0.34
2000	-0.17	0.14	-0.07	0.01	0.35
2500	-0.02	0.08	-0.04	0.00	0.34
3000	-0.01	0.08	-0.01	0.00	0.34
3500	-0.02	0.07	0.01	0.00	0.34
4000	-0.02	0.06	0.00	0.00	0.34
4500	-0.02	0.06	0.00	0.00	0.34
5000	-0.03	0.07	0.02	0.00	0.34

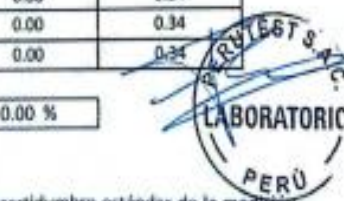
MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (ϵ_0) 0.00 %

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 508 - Comas - Lima - Lima
🌐 ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC





PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 037 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente	1912-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.	
3. Dirección	CALLE LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	
4. Equipo	HORNO	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Alcance Máximo	300 °C	
Marca	PERUTEST	
Modelo	PT-H225	
Número de Serie	0120	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Procedencia	PERÚ	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	NO INDICA	

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMOMETRO DIGITAL

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2023-03-01

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2023-03-02



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Castilla Lote 508 - Comas - Lima - Lima
🌐 ventas@perutest.com.pe
📞 PERUTEST S.A.C.



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 037 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros calibrados que tiene trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se utilizó el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018 2da edición.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.3 °C	26.3 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o informe de calibración
SAT	Termometro de indicacion digital	LT-0417-2023
METROIL	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	1AT-1704-2022



10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



Rubén Ayta Jilillas Ferrer
TÉCNICO DE LABORATORIO

☎ 913 028 621 / 913 028 622

☎ 913 028 623 / 913 028 624

🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lore 508 - Comas - Lima - Lima

✉ ventas@perutest.com.pe

🏢 PERUTEST S.A.C.



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 037 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 26.3 °C
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas
El controlador se seteo en 110

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	105.8	107.1	105.8	109.7	112.4	109.7	112.3	111.0	109.0	109.7	109.2	6.6
02	110.0	105.8	107.1	105.8	109.7	113.0	109.7	111.9	109.7	108.6	109.7	109.1	7.2
04	110.0	105.8	106.9	105.8	109.6	112.6	109.6	112.4	111.3	108.6	109.6	109.2	6.8
06	110.0	105.5	107.0	105.5	109.7	112.8	109.7	112.5	110.5	108.6	109.7	109.1	7.1
08	110.0	105.7	107.1	105.7	109.7	112.4	109.7	112.4	111.0	109.0	109.7	109.2	6.7
10	110.0	105.6	107.0	105.7	109.6	113.0	109.6	112.3	109.7	108.6	109.6	109.1	7.4
12	110.0	105.5	107.1	105.5	109.7	112.6	109.7	112.4	111.0	108.6	109.7	109.2	7.1
14	110.0	105.5	106.9	105.5	109.7	112.6	109.7	112.7	109.7	109.0	109.7	109.1	7.2
16	110.0	106.1	107.0	106.1	109.6	112.4	109.6	112.5	111.3	108.6	109.6	109.3	6.4
18	110.0	106.3	107.1	106.3	109.7	113.0	109.7	112.6	110.5	109.0	109.7	109.4	6.7
20	110.0	106.2	107.1	106.2	109.7	112.6	109.7	112.3	111.3	108.6	109.7	109.3	6.4
22	110.0	106.1	107.1	106.1	109.6	112.6	109.6	112.7	110.5	108.6	109.6	109.2	6.6
24	110.0	106.2	106.9	106.2	109.7	112.6	109.7	112.6	111.0	108.6	109.7	109.3	6.4
26	110.0	106.5	107.0	106.5	109.7	112.4	109.7	112.3	109.7	108.6	109.7	109.2	5.9
28	110.0	106.3	106.9	106.3	109.6	113.0	109.6	112.6	111.3	108.6	109.6	109.4	6.7
30	110.0	106.4	107.0	106.4	109.7	112.4	109.7	112.5	110.5	109.0	109.7	109.3	6.1
32	110.0	106.4	107.1	106.4	109.7	113.0	109.7	112.7	111.0	108.6	109.7	109.4	6.6
34	110.0	106.3	107.0	106.3	109.6	112.6	109.6	112.6	109.7	109.0	109.6	109.2	6.3
36	110.0	106.2	107.1	106.2	109.7	112.6	109.7	112.3	111.3	108.6	109.7	109.3	6.4
38	110.0	106.3	107.1	106.3	109.7	113.0	109.7	112.4	110.5	108.6	109.7	109.3	6.7
40	110.0	106.4	106.9	106.4	109.6	112.6	109.6	112.4	111.0	109.0	109.6	109.3	6.2
42	110.0	105.9	107.0	105.9	109.7	112.4	109.7	112.8	109.7	108.6	109.7	109.1	6.9
44	110.0	106.7	107.0	106.7	109.7	113.0	109.7	112.7	111.0	108.6	109.7	109.5	6.3
46	110.0	106.7	107.1	106.7	109.6	112.6	109.6	112.7	109.7	108.6	109.6	109.3	6.0
48	110.0	106.6	107.1	106.6	109.7	112.6	109.7	112.3	111.3	109.0	109.7	109.5	6.0
50	110.0	106.3	106.9	106.3	109.7	112.4	109.7	112.4	110.5	108.6	109.7	109.2	6.1
52	110.0	106.4	107.0	106.4	109.6	113.0	109.6	112.5	111.3	108.6	109.6	109.4	6.6
54	110.0	106.2	107.1	106.2	109.6	111.8	109.6	112.7	111.0	108.6	109.6	109.3	6.5
56	110.0	106.4	107.1	106.4	109.7	112.6	109.7	112.6	109.7	108.6	109.7	109.2	6.2
58	110.0	106.3	107.0	106.3	109.7	113.0	109.7	112.4	111.3	109.0	109.7	109.4	6.7
60	110.0	106.1	107.0	106.1	109.6	112.6	109.6	112.4	110.5	108.6	109.6	109.2	6.7
T.PROM	110.0	106.3	107.1	106.3	109.7	112.7	109.7	112.5	110.6	108.7	109.7	109.3	6.5
T.MAX	110.0	106.4	107.1	106.4	109.7	113.0	109.7	112.8	111.3	108.6	109.7	109.4	7.4
T.MIN	110.0	105.5	106.9	105.5	109.6	112.4	109.6	112.3	109.7	108.6	109.7	109.1	5.9
DTT	0.0	1.2	0.2	1.2	0.1	0.6	0.2	0.3	1.6	0.4	0.0	0.0	1.5

913 028 621 / 913 028 622

913 028 623 / 913 028 624

www.perutest.com.pe

Av. Ciprión Lobo 508 - Comas - Lima - Lima

ventas@perutest.com.pe

PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 037 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	113.0	22.0
Mínima Temperatura Medida	105.5	0.0
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.6	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	6.5	23.4
Estabilidad Medida (±)	0.8	0.04
Uniformidad Medida	7.4	23.4

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura máxima.
T.MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



Rovida
Rovida
TECNICO DE LABORATORIO

☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 508 - Comas - Lima - Lima
🌐 www.perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

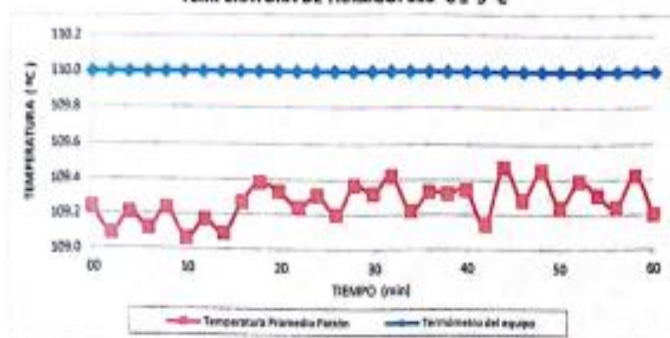
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 037 - 2023

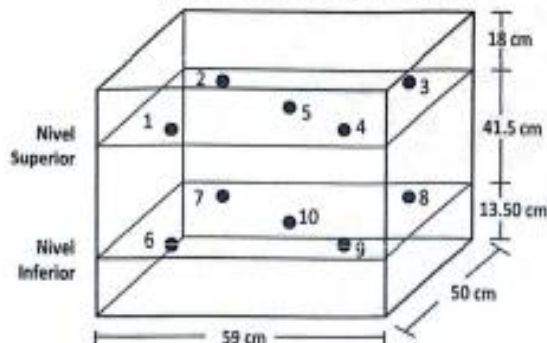
Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 9 cm de las paredes laterales y a 9 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.



12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente Certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perufest.com.pe

Av. Chillón Lote 508 - Comas - Lima - Lima

ventas@perufest.com.pe

PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20002182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 036 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente	1912-2023	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.	
3. Dirección	CALLA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	
4. Equipo	HORNO	
Alcance Máximo	300 °C	
Marca	PERUTEST	
Modelo	PT-H76	
Número de Serie	0176	
Procedencia	PERÚ	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	NO INDICA	

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración 2023-03-01

Fecha de Emisión

2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chabuaut 208 - Comas - Lima - Lima
📧 PERUTEST@PERUTEST.COM.PE
📞 PERUTEST 2002



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LT - 036 - 2023

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros calibrados que tiene trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se utilizó el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018 2da edición.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.3°C	26.3°C
Humedad Relativa	64 %	64 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
SAT	Termometro de Indicación digital	LT-0417-2023
METROIL	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	1AT-1704-2022



10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



[Signature]
Rafaela Jbistas Ferris
ENCARGADA DE LABORATORIO

☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 508 - Comas - Lima - Lima

✉ ventas@perutest.com.pe

🏢 PERUTEST S.A.C.



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 036 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 26.3 °C
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas
El controlador se seteo en 110

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	110.5	110.0	110.1	108.6	109.1	108.7	112.0	112.8	110.6	112.1	110.5	4.2
02	110.0	110.3	111.8	110.0	108.5	109.1	108.4	112.2	112.0	111.3	112.4	110.6	4.0
04	110.0	109.3	111.1	109.3	108.8	109.0	108.1	112.6	112.4	111.7	112.5	110.5	4.5
06	110.0	109.0	111.3	109.1	108.8	109.4	107.4	112.1	112.5	111.3	112.5	110.3	5.1
08	110.0	109.3	110.8	108.3	108.4	109.1	107.7	112.7	112.3	111.6	112.8	110.3	5.1
10	110.0	109.0	110.5	108.8	108.2	109.4	107.3	112.3	112.5	111.3	112.0	110.1	5.2
12	110.0	108.5	110.7	109.1	108.5	109.1	107.5	112.4	112.5	111.4	112.4	110.2	5.0
14	110.0	109.2	110.4	109.3	108.4	109.2	107.3	112.7	112.0	111.6	112.4	110.2	5.4
16	110.0	109.2	110.3	109.4	108.3	109.3	107.1	112.3	112.4	111.5	112.2	110.2	5.3
18	110.0	109.1	110.1	109.6	108.7	109.1	107.4	112.1	112.3	110.8	112.1	110.1	4.9
20	110.0	109.3	110.4	109.3	108.7	109.1	107.3	112.4	112.2	110.6	111.8	110.1	5.1
22	110.0	109.2	110.4	109.2	108.4	109.0	107.5	112.2	112.8	111.2	111.7	110.2	5.3
24	110.0	109.0	110.7	109.5	108.2	109.4	107.1	112.7	112.4	110.9	112.4	110.2	5.6
26	110.0	109.1	110.8	109.5	108.5	109.5	107.2	112.3	112.0	110.7	112.3	110.2	5.1
28	110.0	109.3	110.4	109.4	108.2	109.6	107.4	112.1	112.0	110.4	112.4	110.1	5.0
30	110.0	109.1	110.5	109.4	108.5	109.1	107.5	112.4	112.3	110.7	112.2	110.2	4.9
32	110.0	109.1	110.3	109.3	108.8	109.4	107.1	112.8	112.3	110.7	112.4	110.2	5.7
34	110.0	108.9	110.4	109.2	108.5	109.1	107.4	112.2	112.4	110.8	112.7	110.2	5.3
36	110.0	109.4	110.1	109.5	108.3	109.4	107.7	112.3	112.4	110.4	112.5	110.2	4.8
38	110.0	109.2	110.4	109.6	108.6	109.3	107.7	112.4	112.3	110.6	112.4	110.2	4.7
40	110.0	109.1	110.4	109.2	108.4	109.4	107.4	112.1	112.0	110.8	112.4	110.1	5.0
42	110.0	109.4	110.5	109.3	108.8	109.1	107.2	112.0	112.4	110.4	112.8	110.2	5.6
44	110.0	109.1	110.5	109.5	108.3	109.4	107.4	112.8	112.1	110.5	112.4	110.2	5.4
46	110.0	109.1	110.7	109.7	108.4	109.2	107.5	112.4	112.3	110.3	112.3	110.2	4.9
48	110.0	109.2	110.2	108.4	108.2	108.1	107.1	112.4	112.2	110.1	112.2	110.0	5.3
50	110.0	108.9	110.5	109.4	108.4	109.1	107.3	112.6	112.3	110.5	112.7	110.2	5.4
52	110.0	109.1	110.5	109.2	108.2	109.5	107.3	112.2	112.8	110.7	112.1	110.2	5.5
54	110.0	109.0	110.3	109.7	108.1	109.1	107.5	112.3	112.7	110.1	111.9	110.1	5.2
56	110.0	109.3	110.5	109.4	108.1	109.5	107.5	112.6	112.6	110.4	112.2	110.2	5.1
58	110.0	109.1	110.3	109.2	108.0	109.3	107.8	112.3	112.1	110.5	112.4	110.1	4.8
60	110.0	109.0	110.1	109.5	108.4	109.2	107.4	112.7	112.5	110.7	112.4	110.2	5.3
T.PROM	110.0	109.2	110.3	109.4	108.4	109.4	107.5	112.4	112.3	110.8	112.3	110.2	
T.MAX	110.0	110.5	111.8	110.0	108.8	109.6	108.7	112.8	112.8	111.7	112.8		
T.MIN	110.0	108.3	110.0	108.3	108.0	109.0	107.1	112.0	112.0	110.1	112.1		
DTT	0.0	2.0	1.8	1.7	0.8	0.6	1.6	0.8	0.8	1.6	1.6		



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

Av. Chillon lote 508 - Comas - Lima - Lima

🌐 www.perutest.com.pe

PERUTEST S.A.C.



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 036 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	112.8	22.0
Mínima Temperatura Medida	107.1	0.1
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2.0	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	4.9	24.3
Estabilidad Medida (±)	1.0	0.04
Uniformidad Medida	5.7	24.3

T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura máxima.
T.MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



Ronald Hugo Jolitas Jenty
TÉCNICO DE LABORATORIO

☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Calle 508 - Comas - Lima - Lima
✉ veritas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

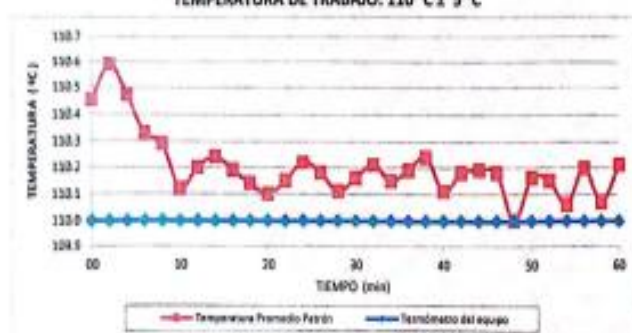
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 036 - 2023

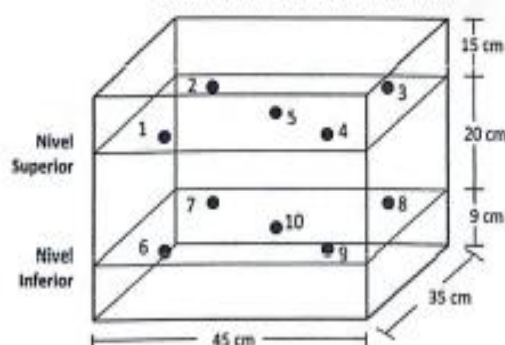
Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

En del documento

Rivero Acosta Jhonas /
TÉCNICO DE LABORATORIO



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

Av. Chillón Lot# 508 - Comas - Lima - Lima

venta@perutest.com.pe

PERUTEST S.A.C.



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	1912-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.	
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	2000 g	
División de escala (d)	0.01 g	
Div. de verificación (e)	0.1 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	AMPUT	
Modelo	457	
Número de Serie	NO INDICA	
Capacidad mínima	0.2 g	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	NO INDICA	

5. Fecha de Calibración

2023-03-01

Fecha de Emisión

2023-03-02



ALEJANDRO FLORES MINAYA



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon 508 - Comas - Lima - Lima
📧 ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST S.A.C.



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase III*" del SNM- INACAL.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente

CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.5 °C	26.5 °C
Humedad Relativa	53%	55%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
EUCROM	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0908-001-22

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



Rivero Aguirre Jhonatas Ferris
TÉCNICO DE LABORATORIO

☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
🌐 ventasuperutest.com.pe
🏢 PERUTEST S.A.C.



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABAJO	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

Medición N°	Carga L1 = 1,000 g			Carga L2 = 2,000 g			
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	1000.00	5	0	2000.00	5	0	
2	1000.00	4	1	2000.01	8	7	
3	1000.01	8	7	2000.00	3	2	
4	1000.00	5	0	2000.00	6	-1	
5	1000.00	6	-1	2000.00	2	3	
6	1000.01	9	6	2000.00	5	0	
7	1000.00	4	1	2000.00	4	1	
8	1000.00	5	0	2000.00	6	-1	
9	1000.00	6	-1	2000.01	8	7	
10	1000.00	4	1	2000.00	6	-1	
Diferencia Máxima			8	Diferencia Máxima			8
Error Máximo Permisible			200	Error Máximo Permisible			300

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

Posición de la Carga	Carga Mínima*	Determinación del Error en Cero Eo			Determinación del Error Corregido Ec				
		I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	0.10	0.10	5	0	1000.00	1000.00	5	0	0
2		0.11	8	7		1000.00	4	1	-6
3		0.10	6	-1		1000.00	6	-1	0
4		0.10	5	0		1000.00	5	0	0
5		0.10	6	-1		1000.01	8	7	8
Error máximo permisible									200

* Valor entre 0 y 10g

913 028 621 / 913 028 622
913 028 623 / 913 028 624
www.perutest.com.pe

Av. Chillón Lote 508 - Comas - Lima
ventas@perutest.com.pe
PERUTEST SAC

Ricardo Ortega Jilinas Denis
TÉCNICO DE LABORATORIO



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0.10	0.10	6	-1						
0.20	0.20	5	0	1	0.20	5	0	1	100
10.00	10.00	6	-1	0	10.00	5	0	1	100
100.00	100.00	7	-2	-1	100.00	4	1	2	100
500.00	500.00	6	-1	0	500.00	5	0	1	200
800.00	800.00	5	0	1	800.00	6	-1	0	200
1000.00	1000.00	6	-1	0	1000.00	7	-2	-1	200
1200.00	1200.00	6	-1	0	1200.00	2	3	4	200
1500.00	1500.00	4	1	2	1500.00	3	2	3	200
1800.00	1800.01	8	7	8	1800.00	3	2	3	200
2000.00	2000.01	8	7	8	2000.01	8	7	8	300

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. ΔL: Carga adicional. E_o: Error en cero.
l: Indicación de la balanza. E: Error encontrado. E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{(0.000028 \text{ g}^2 + 0.0000000001 \text{ R}^2)}$

Lectura corregida $R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.000026 R$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 508 - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



REVISADO POR:
TECNOLOGÍA DE LABORATORIO



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0112 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	1912-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.	
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Capacidad Máxima	200 kg	
División de escala (d)	0.05 kg	
Div. de verificación (e)	0.05 kg	
Clase de exactitud	III	
Marca	OPALUX	
Modelo	N.I	
Número de Serie	N.I	
Capacidad mínima	1.0 kg	
Procedencia	CHINA	
Identificación	LM-0112	
5. Fecha de Calibración	2023-03-01	

Fecha de Emisión 2023-03-02

2023-03-02

USAL
Jefe del Laboratorio de Metrología

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello

PERUTEST S.A.C.
LABORATORIO
RIVERA Y CAJALAN
TECNICO DE LABORATORIO

☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón 1014 - 505 - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST S.A.C.



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0112 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase III*" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

CALLE LA FE NRO 0167 UPISE SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.4	26.4
Humedad Relativa	51%	51%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0938-001-22
TOTAL WEIGHT	JUEGO DE PESAS DE 20 KG (Clase de Exactitud: M2)	CM-4187-2022
PESATEC	PESA 10 KG (Clase de Exactitud: M1)	1158-MPES-C-2022
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0908-001-22
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	1AT-1704-2022

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (***) Código indicado en una etiqueta adhiriendo al equipo.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón 2076 - 6to. - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
📞 PERUTEST S.A.C.



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0112 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1 = 100.00 kg			Carga L2 = 200.00 kg			
	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	
1	100.00	20	5	200.05	30	45	
2	100.05	10	65	200.06	35	40	
3	100.05	10	65	200.06	30	45	
4	100.00	20	5	200.06	20	55	
5	100.00	25	0	200.00	15	10	
6	100.05	15	60	200.00	20	5	
7	100.06	20	55	200.06	30	45	
8	100.00	15	10	200.05	35	40	
9	100.00	30	-5	200.05	35	40	
10	100.00	30	-5	200.05	35	40	
Diferencia Máxima			70	Diferencia Máxima			50
Error Máximo Permisible			150.0	Error Máximo Permisible			150.0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c					
	Carga Mínima*	I (kg)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1	0.50	0.50	20	5	70.00	70.00	30	-5	-10	
2		0.50	20	5		70.00	25	0	-5	
3		0.50	20	0		70.00	30	-5	-5	
4		0.50	20	5		70.00	30	-5	-10	
5		0.50	20	0		70.00	25	0	0	
* Valor entre 0 y 10g					Error máximo permisible					100.0

913 028 621 / 913 028 622

913 028 623 / 913 028 624

www.perutest.com.pe

Av. Chillón Lote 508 - Coma

ventas@perutest.com.pe

PERUTEST S.A.C.



PERUTEST S.A.C.

PERUTEST S.A.C.



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0112 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	26.7 °C	26.7 °C

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± g)
	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0.50	0.50	20	5						
1.00	1.00	25	0	-5	1.00	20	5	0	50
5.00	5.00	20	5	0	5.00	25	0	-5	50
10.00	10.00	20	5	0	10.00	30	-5	-10	50
20.00	20.00	30	-5	-10	20.00	20	5	0	50
50.00	50.00	35	-10	-15	50.00	15	10	5	100
80.00	80.00	30	-5	-10	80.00	20	5	0	100
100.00	100.00	30	-5	-10	100.05	35	40	35	150
140.00	140.00	20	5	0	140.05	40	35	30	150
160.00	160.05	40	35	30	160.05	35	40	35	150
200.00	200.05	35	40	35	200.05	35	40	35	150

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. ΔL: Carga adicional. E₀: Error en cero.
l: Indicación de la balanza. E: Error encontrado. E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{(0.001560 \text{ kg}^2 + 0.0000000458 \text{ R}^2)}$

Lectura corregida $R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0001233 R$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



☎ 913 028 621 / 913 028 622

☎ 913 028 623 / 913 028 624

🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 506 - Comas - Lima - Lima

✉ ventas@perutest.com.pe

🏢 PERUTEST S.A.C.



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0110 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	1912-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.	
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Capacidad Máxima	30000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	1 g	
Clase de exactitud	III	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Marca	OHAUS	
Modelo	R31P30	
Número de Serie	8336460679	
Capacidad mínima	20 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2023-03-01

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología

2023-03-02

JOSE ALEJANDRO FLORES MNAYA

PERUTEST S.A.C.
LABORATORIO TÉCNICO DE LABORATORIOS PERU

☎ 913 028 621 / 913 028 622

☎ 913 028 623 / 913 028 624

🌐 www.perufest.com.pe

📍 Av. Chiriquí 50B - Comas - Lima - Lima

🌐 www.perufest.com.pe

📄 PERUTEST S.A.C.



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0110 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Muestras

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C
Humedad Relativa	51%	51%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESATEC	JUEGO DE PESAS 10 kg (Clase de Exactitud: M1)	1158-MPES-C-2022
PESATEC	JUEGO DE PESAS 20 kg (Clase de Exactitud: M1)	1159-MPES-C-2022
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0608-001-22
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0608-001-22
METROL	TERMOMIGROMETRO DIGITAL BOECO	IAT-1704-2022

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 913 028 621 / 913 028 622

☎ 913 028 623 / 913 028 624

🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 508 - Comas - Lima - Lima

✉ x@perutest.com.pe

🏢 PERUTEST S.A.C.



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0110 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

Medición N°	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g			
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	15,000	600	-100	30,000	200	300	
2	15,000	500	0	30,000	500	0	
3	15,001	700	800	30,000	500	0	
4	15,000	500	0	29,999	200	-700	
5	15,000	600	-100	30,000	500	0	
6	15,000	500	0	30,001	700	800	
7	15,000	500	0	30,000	500	0	
8	15,000	200	300	30,000	800	-300	
9	14,999	300	-800	29,999	300	-800	
10	15,000	500	0	30,000	500	0	
Diferencia Máxima			1,600	Diferencia Máxima			1,600
Error Máximo Permisible			± 3,000	Error Máximo Permisible			± 3,000

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	1	6
3		4

Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1		10	500	0		10,001	800	700	700	
2		10	400	100		10,000	500	0	-100	
3	10 g	10	500	0	10,000	10,000	400	100	100	
4		10	500	100		9,999	200	700	-800	
5		10	500	0		10,000	500	0	0	
* Valor entre 0 y 10g					Error máximo permisible					± 3,000

913 028 621 / 913 028 622
913 028 623 / 913 028 624
www.perutest.com.pe

Av. Chillon 508 - Comas - Lima - Lima
ventas@perutest.com.pe

PERUTEST S.A.C.





PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0110 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
10	10	500	0						
20	20	400	100	100	20	500	0	0	1,000
100	100	500	0	0	100	500	0	0	1,000
500	500	400	100	100	500	400	100	100	2,000
1,000	1,000	500	0	0	1,000	500	0	0	2,000
5,000	5,000	400	100	100	5,000	400	100	100	3,000
10,000	10,000	600	-100	-100	10,000	500	0	0	3,000
15,000	15,000	500	0	0	15,000	500	0	0	3,000
20,000	20,000	600	-100	-100	20,000	600	-100	-100	3,000
25,000	25,000	500	0	0	25,000	500	0	0	3,000
30,000	30,000	600	-100	-100	30,000	600	-100	-100	3,000

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicado a la balanza. ΔL: Carga adicional. E₀: Error en cero.
l: Indicación de la balanza. E: Error encendido. E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{(0.3767222 \text{ g}^2 + 0.0000000237 \text{ R}^2)}$

Lectura corregida $R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000032 R$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



913 028 621 / 913 028 622 • Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
913 028 623 / 913 028 624 • Ventas@perutest.com.pe
www.perutest.com.pe • PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 057 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 1

1. Expediente	1912-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.	
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo	PRESA DE MURETES	
Capacidad	20000 kgf	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Marca	NO INDICA	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	
Procedencia	PERÚ	
Identificación	LF-057	
Indicación	DIGITAL	
Marca	HIGH WEIGHT	
Modelo	315A	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	10 kgf	
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2023-03-01	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2023-03-02



JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Rivadeneira Obilias Denis
TECNICO DE LABORATORIO



📞 913 028 621 / 913 028 622

📞 913 028 623 / 913 028 624

🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima

✉ ventas@perutest.com.pe

🏢 PERUTEST SAC

Anexo 02: Panel fotográfico



En la imagen se observa la elaboración de los bloques de tierra estabilizados con cemento.



En la imagen se observa el ensayo de absorción de los bloques de tierra convencionales.



En la imagen se observa el secado de los bloques de tierra para su posterior ensayo a los 28 días.



En la foto se observa el ensayo de compresión en pilas.



En la foto se observa el peso del bloque de tierra, después de haberse sumergido en el agua por un minuto, procedimiento del ensayo de succión.



En la imagen se observa el ensayo de compresión en cubos del bloque de tierra convencional.



En la imagen se observa la puesta de especímenes para su posterior ensayo tanto succión como absorción.



En la imagen se observa el sumergido de los bloques de tierra, esto para el ensayo de absorción.



En la imagen se observa el peso del espécimen después de haberse sumergido al agua por 24 horas, esto para el ensayo de absorción.



En la foto se observa la señalización de los bloques de tierra para poder ser diferenciados para sus ensayos correspondientes.



En la foto se observa el ensayo a la compresión en cubos de los bloques de tierra estabilizados.