

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS
DE PROTOTIPOS DE MUROS DE ALBAÑILERÍA EMPLEANDO
MORTERO TRADICIONAL Y LA MASSA DUN DUN”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN**

AUTORES:

Br. LAGUNA MAURICIO, WILSON EDER
Br. VILLAFANE ASMAT, NÉSTOR ANDRÉS

ASESOR:

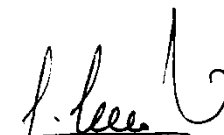
Ing. VEGA BENITES, JORGE ANTONIO

TRUJILLO – PERÚ
2020


TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE PROTOTIPOS DE MUROS DE ALBAÑILERÍA EMPLEANDO MORTERO TRADICIONAL Y LA MASSA DUN DUN"

AUTORES: Br. LAGUNA MAURICIO, WILSON EDER
Br. VILLAFANE ASMAT, NÉSTOR ANDRÉS

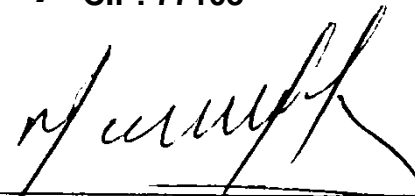
APROBACIÓN DE TESIS




Ing° *Asmat Villafane Nestor*
PRESIDENTE
CIP: 7156



Ing° *Asmat Villafane Nestor*
SECRETARIO
CIP: 77103



Ing° *Asmat Villafane Nestor*
VOCAL
CIP: 71188



Ing° *Jorge A. Vega Benites*
ASESOR
CIP: 78666

DEDICATORIA

A mis padres, Abraham y Consuelo por su incondicional esfuerzo y apoyo para cumplir esta meta muy importante en mi vida y mis hermanos Eduar y Flor por su apoyo y comprensión, y a toda mi familia porque de una u otra me inspiraron a concretar mi anhelo el de “ser un ingeniero”

Wilson Eder Laguna Mauricio

Agradezco a Dios por ayudar a cumplir un gran logro en mi vida. A mi familia, que gracias a su esfuerzo, preocupación y dedicación, hicieron que persista en alcanzar esta meta. Porque fueron mi apoyo y mi soporte en muchas ocasiones y contribuyeron a formar la persona que ahora soy. A todas las personas que conocí, que compartieron sus conocimientos para formarme como profesional.

Néstor Andrés Villafane Asmat

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por cuidarnos y guiarnos durante esta etapa de nuestra vida, a nuestros padres y a la Universidad Privada Antenor Orrego por permitirnos ser parte de ella y abrirnos las puertas para estudiar nuestra carrera, así como a los diferentes docentes que nos brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante cada día.

Gracias también a nuestro asesor de tesis, el ingeniero Jorge Antonio Vega Benites, por brindarnos la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento, así como también su paciencia y constancia para guiarnos en el desarrollo de nuestra tesis.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo analizar y comparar la resistencia a la compresión axial y a la compresión diagonal en prototipos de muros de albañilería, empleando mortero tradicional y la Massa Dun Dun como material de unión entre unidades de albañilería, lo cual nos permitirá determinar cuál de los prototipos son más resistentes, si los elaborados con mortero tradicional de dosificación 1:5 o los prototipos construidos con Massa Dun Dun.

Para la construcción de pilas y muretes con mortero tradicional se emplearon los siguientes materiales: Ladrillos LARK Tipo IV, Cemento Pacasmayo Portland tipo Extraforte Ico, dosificación 1:5 y agregado fino que fue extraído de la cantera El Milagro, mientras que las pilas y muretes construidos con Massa Dun Dun tienen las siguientes características: pilas con 2 y 3 cordones de 1 cm de diámetro que son extendidos a lo largo de la hilada y de junta 3 mm y 3 tipos de muretes, con 2 cordones, 3 cordones y con junta horizontal y vertical.

Para el desarrollo de la tesis se construyeron un total de 6 pilas con mortero tradicional, 6 muretes con mortero tradicional, 12 pilas con Massa Dun Dun y 18 muretes con Massa Dun Dun, las cuales fueron sometidos a esfuerzos de compresión axial y compresión diagonal. Los ensayos se realizaron a la edad de 3 y 28 días para los prototipos con Massa Dun Dun y 14 y 28 días para los prototipos con mortero tradicional.

Partiendo de los resultados, se llegó a la conclusión que tanto la resistencia a la compresión axial como la resistencia a la compresión diagonal de los prototipos unidos con Massa Dun Dun no se acercan a los valores obtenidos en los ensayos de compresión axial y diagonal realizados a las pilas y muretes unidas con el mortero tradicional de dosificación 1:5, por lo que no es recomendable el uso del pegamento conocido como Massa Dun Dun en la construcción de muros portantes.

ABSTRACT

The purpose of this research was to analyze and compare the resistance to axial compression and diagonal compression in prototypes of masonry walls, using ordinary portland cement mortar and Massa Dun Dun as a joint material between masonry units, which will allow us to determine which of the prototypes are more resistant, if those made with 1: 5 dosing cement mortar or prototypes built with Massa Dun Dun.

For the construction of prisms and wallets with ordinary Portland cement mortar were used the following materials: LARK bricks Type IV, Pacasmayo Portland cement Extraforte type Ico, 1: 5 dosage and fine aggregate that was extracted from the El Milagro quarry, while the prisms and wallets built with Massa Dun Dun they have the following characteristics: prisms with 2 and 3 cords of 1 centimeter in diameter that are extended along the course and 3 milimeters of joint and 3 types of wallets, with 2 cords, 3 cords and with joint horizontal and vertical.

For the development of the thesis, were constructed a total of 6 prisms with cement mortar, 6 wallets with cement mortar, 12 prisms with Massa Dun Dun and 18 wallets with Massa Dun Dun, which were subjected to axial compression test and diagonal compression efforts. The tests were performed at the age of 3 and 28 days for prototypes with Massa Dun Dun and 14 and 28 days for prototypes with cement mortar.

Based on the results, it was concluded that both the axial compressive strength and the diagonal compressive strength of the prototypes connected with Massa Dun Dun do not approach the values obtained in the axial and diagonal compression tests performed at prisms and wallets connected with the traditional 1: 5 dosing mortar, so it is not advisable to use the glue known as Massa Dun Dun in the construction of load-bearing walls.

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

De conformidad y en cumplimiento de los requisitos estipulados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, ponemos a vuestra disposición el presente Trabajo de Tesis titulado: **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE PROTOTIPOS DE MUROS DE ALBAÑILERÍA EMPLEANDO MORTERO TRADICIONAL Y LA MASSA DUN DUN”**; a fin de ser evaluado.

Este proyecto, es el resultado de la aplicación de los conocimientos adquiridos durante la formación profesional en la universidad, aplicados a evaluar y brindar un aporte en la comparación de la resistencia a la compresión axial y diagonal de prototipos de muros de albañilería adheridos con mortero tradicional y la Massa Dun Dun.



Br. Laguna Mauricio Wilson Eder
DNI: 70223648



Br. Villafane Asmat Néstor Andrés
DNI: 70446591

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT	iv
PRESENTACIÓN	v
INDICE DE CONTENIDO	vi
INDICE DE TABLAS.....	x
INDICE DE IMÁGENES	xiv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Problema de investigación	1
1.1.1. Descripción de la realidad problemática	1
1.1.2. Formulación del problema	2
1.2. Objetivos de la investigación	2
1.2.1. Objetivo general.....	2
1.2.2. Objetivos específicos	2
1.3. Justificación del estudio.....	3
2. Marco de referencia.....	3
2.1. Antecedentes del estudio	3
2.1.1. Nacionales	3
2.1.2. Internacionales.....	6
2.2. Marco teórico.....	8
2.2.1. NTP 400.012 (2001): Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.....	8
2.2.2. NTP 400.017 (2011): Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“peso unitario”) y los vacíos en los agregados.....	9
2.2.3. NTP 339.185 (2013): Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.	9
2.2.4. NTP 400.022 (2013): Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.....	9
2.2.5. NTP 399.613 (2005): Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.	10

2.2.6.	NTP 331.017 (1978): Requisitos de los ladrillos de arcilla usados en albañilería.	10
2.2.7.	NTP 331.018 (1978): Métodos de ensayo para ladrillos de arcilla usados en albañilería.....	10
2.2.8.	NTP 399.605 (2013): Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería.	10
2.2.9.	NTP 399.621 (2004): Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.	11
2.2.10.	Consideraciones generales para las pilas y muretes de albañilería.	12
2.2.11.	Especificaciones técnicas de Massa Dun Dun.....	15
2.3.	Marco conceptual	17
2.3.1.	Definición de términos	17
2.4.	Hipótesis.....	21
2.4.1.	Hipótesis general	21
2.4.2.	Hipótesis específicas	21
2.5.	Variables	21
2.5.1.	Variable dependiente	21
2.5.2.	Variable independiente	21
2.5.3.	Cuadro de operacionalización de variables	22
3.	Metodología.....	22
3.1.	Tipo y nivel de investigación.....	22
3.1.1.	Tipo de investigación	22
3.1.2.	Nivel de investigación	22
3.2.	Población y muestra del estudio.....	22
3.2.1.	Población	22
3.2.2.	Muestra.....	23
3.3.	Diseño de investigación.....	23
3.4.	Técnicas e instrumentos de investigación	24
3.4.1.	Ensayos de agregado fino	24
3.4.1.1.	Análisis granulométrico	24
3.4.1.2.	Peso unitario del agregado fino.....	27
3.4.1.3.	Contenido de humedad del agregado fino	30
3.4.1.4.	Peso específico y porcentaje de absorción	32
3.4.2.	Ensayos de las unidades de albañilería.....	37

3.4.2.1.	Variación dimensional	37
3.4.2.2.	Medida del alabeo	39
3.4.2.3.	Medida del área de vacíos	42
3.4.2.4.	Absorción	46
3.4.2.5.	Resistencia a la compresión.....	49
3.4.3.	Ensayos de los prototipos de muros de albañilería.....	53
3.4.3.1.	Resistencia a la compresión axial	53
3.4.3.2.	Resistencia a la compresión diagonal	64
3.5.	Procesamiento y análisis de datos	75
3.5.1.	Ensayos de agregado fino	75
3.5.1.1.	Análisis granulométrico	75
3.5.1.2.	Peso unitario del agregado fino.....	76
3.5.1.3.	Contenido de humedad del agregado fino	77
3.5.1.4.	Peso específico y porcentaje de absorción	78
3.5.2.	Ensayos de las unidades de albañilería.....	78
3.5.2.1.	Variación dimensional	78
3.5.2.2.	Medida del alabeo	81
3.5.2.3.	Medida del área de vacíos	82
3.5.2.4.	Absorción	83
3.5.2.5.	Resistencia a la compresión.....	84
3.5.3.	Ensayo de los prototipos de muros de albañilería	85
3.5.3.1.	Resistencia a la compresión axial	85
3.5.3.2.	Resistencia a la compresión diagonal	88
4.	Resultados	91
4.1.	Propuesta de investigación	91
4.2.	Análisis e interpretación de los resultados	91
4.2.1.	Propiedades físicas de la arena gruesa.....	91
4.2.2.	Características físicas del ladrillo.....	92
4.2.3.	Ensayo de compresión axial en pilas.....	94
4.2.4.	Ensayo de compresión diagonal en muretes	96
4.2.5.	Diferencia de peso entre muretes con Massa Dun Dun.....	97
4.3.	Prueba de hipótesis.....	97
5.	Discusión de resultados	98
	CONCLUSIONES.....	100

RECOMENDACIONES	102
REFERENCIAS.....	103
ANEXOS.....	105

INDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: Métodos para determinar $f'm$ y $v'm$ según su zona sísmica.....	12
TABLA N° 2: Valores de incremento de $f'm$ y $v'm$ según la edad de la muestra ...	13
TABLA N° 3: Valores representativos de $f'b$, $f'm$ y $v'm$ para un mortero 1:4	13
TABLA N° 4: Dosificaciones para muro portante y no portante.....	14
TABLA N° 5: Característica de las unidades de albañilería	14
TABLA N° 6: Característica de la granulometría de la arena gruesa	18
TABLA N° 7: Cuadro de operacionalización de variables	22
TABLA N° 8: Cuadro de materiales y herramientas usadas en el análisis granulométrico.....	24
TABLA N° 9: Cuadro de materiales y herramientas usadas en el ensayo de peso unitario	27
TABLA N° 10: Cuadro de materiales y herramientas usadas en el ensayo de contenido de humedad.....	30
TABLA N° 11: Cuadro de materiales y herramientas usadas en el ensayo de peso específico y porcentaje de absorción	32
TABLA N° 12: Cuadro de materiales y herramientas usadas en el ensayo de variación dimensional.....	37
TABLA N° 13: Cuadro de materiales y herramientas usadas en el ensayo de alabeo	39
TABLA N° 14: Cuadro de materiales y herramientas usadas en el ensayo de porcentaje de vacíos	42
TABLA N° 15: Cuadro de materiales y herramientas usadas en el ensayo de cálculo de la absorción.....	46
TABLA N° 16: Cuadro de materiales y herramientas usadas en el ensayo de resistencia a la compresión.....	49
TABLA N° 17: Cuadro de materiales y herramientas usadas en el ensayo de resistencia a la compresión axial.....	53
TABLA N° 18: Nomenclatura de las pilas elaboradas con Massa Dun Dun y mortero tradicional.....	54
TABLA N° 19: Valores para la corrección por esbeltez	61
TABLA N° 20: Valores de incremento de resistencia para la corrección por edad	62
TABLA N° 21: Cuadro de materiales y herramientas usadas en la resistencia a la compresión diagonal	64

TABLA N° 22: Nomenclatura de los muretes elaborados con Massa Dun Dun y mortero tradicional.....	65
TABLA N° 23: Resultado del ensayo de análisis granulométrico de la arena gruesa	75
TABLA N° 24: Resultados del ensayo de P.U.S. de la arena gruesa.....	76
TABLA N° 25: Resultados del ensayo de P.U.C. de la arena gruesa.....	77
TABLA N° 26: Resultados del ensayo de contenido de humedad de la arena gruesa	77
TABLA N° 27: Resultados del ensayo de peso específico y porcentaje de absorción de la arena gruesa	78
TABLA N° 28: Dimensiones del ladrillo para la variación dimensional	79
TABLA N° 29: Cálculo de la variación dimensional para cada dimensión del ladrillo	80
TABLA N° 30: Porcentajes de variación más desfavorable para cada dimensión	80
TABLA N° 31: Medidas de fábrica del ladrillo.....	80
TABLA N° 32: Resultados del ensayo de alabeo	81
TABLA N° 33: Resultados del ensayo de porcentaje de vacíos del ladrillo	82
TABLA N° 34: Resultados del ensayo de porcentaje de absorción del ladrillo.....	83
TABLA N° 35: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo	84
TABLA N° 36: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería con Massa Dun Dun	85
TABLA N° 37: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería con mortero tradicional	86
TABLA N° 38: Resumen de resultados del ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería	87
TABLA N° 39: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería con Massa Dun Dun.....	88
TABLA N° 40: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería con mortero tradicional.....	89
TABLA N° 41: Resumen de resultados del ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería	90
TABLA N° 42: Resumen de resultados de los ensayos realizados a la arena gruesa	91
TABLA N° 43: Resumen de resultados de los ensayos realizados al ladrillo	92

TABLA N° 44: Resumen de resultados de los ensayos de resistencia a compresión axial en pilas	94
TABLA N° 45: Resumen de resultados de los ensayos de resistencia a compresión diagonal en muretes	96
TABLA N° 46: Peso de los diferentes tipos de muretes con Massa Dun Dun	97
TABLA N° 47: Cantidad de materiales para la elaboración de mortero.....	105
TABLA N° 48: Cantidad de Massa Dun Dun para la construcción de pilas	106
TABLA N° 49: Características de muretes para costos unitarios (teórico)	106
TABLA N° 50: Cantidad de pilas y total de ladrillos para la construcción de pilas	107
TABLA N° 51: Cantidad de materiales para la elaboración de mortero tradicional, requerido para la construcción de 1 murete	107
TABLA N° 52: Cantidad de Massa Dun Dun necesaria para la elaboración de muretes con 2 cordones.....	108
TABLA N° 53: Cantidad de Massa Dun Dun necesaria para la elaboración de muretes con 2 cordones en la junta vertical y horizontal.....	108
TABLA N° 54: Cantidad de Massa Dun Dun necesaria para la elaboración de muretes con 3 cordones.....	108
TABLA N° 55: Rendimiento de los materiales de construcción	108
TABLA N° 56: Rendimiento de la mano de obra	109
TABLA N° 57: Cálculo del costo unitario directo para 1 m2 de muro construido con mortero tradicional como adherente.....	109
TABLA N° 58: Cálculo de costo unitario directo para 1m2 de muro construido con Massa Dun Dun como adherente.....	110
TABLA N° 59: Cantidad de pilas y cantidad de ladrillos empleados para la construcción de pilas construidas en laboratorio.....	110
TABLA N° 60: Cálculo del rendimiento de los materiales.....	111
TABLA N° 61: Rendimiento de mano de obra para cada adherente	112
TABLA N° 62: Cálculo del costo unitario directo experimental para 1 m2 de muro construido mortero tradicional como adherente	112
TABLA N° 63: Cálculo de costo unitario directo experimental para 1 m2 de muro construido con Massa Dun Dun como adherente.....	113
TABLA N° 64: Tabla de resultados de ensayos a la arena gruesa validada por el ingeniero de laboratorio.....	121

TABLA N° 65: Tabla de resultados de ensayos al ladrillo validada por el ingeniero de laboratorio	121
TABLA N° 66: Tabla de resultados del peso de los muretes elaborados con Massa Dun Dun validada por el ingeniero de laboratorio	121
TABLA N° 67: Tabla de resultados de ensayos de compresión axial a las pilas validada por el ingeniero de laboratorio	122
TABLA N° 68: Tabla de resultados de ensayos de compresión diagonal a los muretes validada por el ingeniero de laboratorio.....	123

INDICE DE IMÁGENES

FIGURA N° 1: Formas de falla de las pilas de albañilería	11
FIGURA N° 2: Formas de falla de los muretes de albañilería	19
FIGURA N° 3: Cantidad de arena gruesa para ensayo y procedimiento de secado	25
FIGURA N° 4: Uso del agitador mecánico para el proceso de tamizado	25
FIGURA N° 5: Peso del material retenido en cada tamiz	26
FIGURA N° 6: Recipiente de 1/10 pie cúbico de capacidad.....	28
FIGURA N° 7: Llenado del recipiente con arena gruesa	28
FIGURA N° 8: Uso de la varilla de compactación para el cálculo del P.U.C	29
FIGURA N° 9: Proceso de enrasado de la arena gruesa con la varilla de compactación	29
FIGURA N° 10: Proceso de secado en horno de 500 g de arena gruesa	31
FIGURA N° 11: Procesamiento de datos del ensayo de contenido de humedad..	31
FIGURA N° 12: Cantidad de arena gruesa seca utilizada en el ensayo.....	33
FIGURA N° 13: Arena gruesa extendida a lo largo de la bandeja.....	33
FIGURA N° 14: Proceso de secado de la arena gruesa	33
FIGURA N° 15: Apisonado de la arena gruesa para comprobar un secado homogéneo	34
FIGURA N° 16: Apisonador y molde en forma de cono	34
FIGURA N° 17: Peso de 500 g de arena gruesa en el picnómetro	34
FIGURA N° 18: Agitación manual del picnómetro	34
FIGURA N° 19: Picnómetro en reposo con 500 g de arena gruesa y agua	35
FIGURA N° 20: Muestra del picnómetro luego de 24 horas	35
FIGURA N° 21: Total de ladrillos utilizados para la investigación	37
FIGURA N° 22: Medida de las dimensiones de la unidad de albañilería.....	38
FIGURA N° 23: Medida del largo de la unidad de albañilería	38
FIGURA N° 24: Medidas de cuñas de medición.....	40
FIGURA N° 25: Cuñas de medición de alabeo del ladrillo	40
FIGURA N° 26: Proceso de la medida de la concavidad de las unidades de albañilería.....	40
FIGURA N° 27: Ensayo de medida de convexidad de las unidades de albañilería	41
FIGURA N° 28: Medida de las dimensiones de las unidades de la albañilería	43

FIGURA N° 29: Llenado de probetas de 1000 ml con arena.....	43
FIGURA N° 30: Peso de probeta graduada de 1000 ml con arena	43
FIGURA N° 31: Área de trabajo para el llenado con arena de las unidades de albañilería.....	44
FIGURA N° 32: Limpieza de la arena sobrante en la superficie del ladrillo.....	44
FIGURA N° 33: Llenado de los ladrillos con arena para el cálculo de porcentaje de vacíos	44
FIGURA N° 34: Unidad de albañilería rellena de arena	45
FIGURA N° 35: Cantidad de arena que cabe en un ladrillo de 18 huecos	45
FIGURA N° 36: Proceso de secado en horno de las unidades de albañilería.....	47
FIGURA N° 37: Obtención del peso de los ladrillos secos	47
FIGURA N° 38: Sumersión parcial de los ladrillos secos en agua	47
FIGURA N° 39: Obtención del peso de los ladrillos luego de 24 horas parcialmente sumergidos	48
FIGURA N° 40: Unidades de albañilería recapeadas.....	50
FIGURA N° 41: Unidad de albañilería dentro de la prensa hidráulica	51
FIGURA N° 42: Colocación de un plástico protector y nivelación de la superficie	54
FIGURA N° 43: Apertura del sachet de Massa Dun Dun por la línea marcada.....	55
FIGURA N° 44: Construcción de las pilas unidas con Massa Dun Dun	55
FIGURA N° 45: Pilas unidas con 3 cordones de Massa Dun Dun.....	55
FIGURA N° 46: Pila de albañilería de 3 ladrillos de altura	56
FIGURA N° 47: Pilas unidas con Massa Dun Dun recapeadas	56
FIGURA N° 48: Placa de acero colocada en la parte inferior de la pila.....	57
FIGURA N° 49: Placa de acero colocada en la parte superior de la pila.....	57
FIGURA N° 50: Forma de falla de pila de albañilería unida con Massa Dun Dun .	57
FIGURA N° 51: Preparación del mortero de dosificación 1:5.....	58
FIGURA N° 52: Nivelación durante la construcción de las pilas asentadas con mortero tradicional.....	59
FIGURA N° 53: Pilas de albañilería asentadas con mortero tradicional de 3 ladrillos de altura	59
FIGURA N° 54: Pilas de albañilería recapeadas.....	60
FIGURA N° 55: Forma de falla de pila de albañilería asentada con mortero tradicional.....	60
FIGURA N° 56: Placa de acero para la distribución de la carga sobre la pila	60

FIGURA N° 57: Ensayo de compresión axial mediante la prensa hidráulica	61
FIGURA N° 58: Limpieza de las unidades de albañilería antes de la colocación del producto	65
FIGURA N° 59: Elaboración de los muretes con 2 cordones de masa (izquierda), 3 cordones de masa (centro) y 2 cordones en la junta vertical y horizontal (derecha)	66
FIGURA N° 60: Nivelación de los muretes unidos con Massa Dun Dun	67
FIGURA N° 61: Esquina de muretes rellenos de un mortero de dosificación 1:3..	67
FIGURA N° 62: Preparación de la mezcla de dosificación 1:2 para el recapeado de los muretes.....	68
FIGURA N° 63: Recapeado de los muretes unidos con Massa Dun Dun	68
FIGURA N° 64: Instalación de la gata hidráulica invertida en el marco de compresión.....	68
FIGURA N° 65: Instalación del murete y escuadras de carga.....	68
FIGURA N° 66: Aplicación de la carga constante mediante la gata hidráulica.....	69
FIGURA N° 67: Preparación del mortero 1:5 y asentado de las unidades de albañilería.....	70
FIGURA N° 68: Asentado de las unidades de albañilería con mortero tradicional	70
FIGURA N° 69: Uso de cuñas para mantener una junta contante de 1.5 cm.....	71
FIGURA N° 70: Proceso de relleno de las esquinas de los muretes con un mortero de dosificación 1:3.....	71
FIGURA N° 71: Recapeo de las caras de la esquina en contacto con las escuadras de carga.....	72
FIGURA N° 72: Preparación de la mezcla para el recapeado de dosificación 1:2 (yeso:cemento).....	72
FIGURA N° 73: Obtención de las dimensiones de los muretes de albañilería asentados con mortero tradicional	72
FIGURA N° 74: Instalación de los muretes con mortero tradicional en el marco de compresión.....	73
FIGURA N° 75: Forma de falla del murete de albañilería asentado con mortero tradicional.....	73
FIGURA N° 76: Curva granulométrica de la arena gruesa	76
FIGURA N° 77: Gráfica de las resistencias características alcanzadas en las pilas para cada día, cada tipo de adherente y cada tipo de muestra.....	95

FIGURA N° 78: Gráfica de las resistencias características alcanzadas en los muretes para cada día, cada tipo de adherente y cada tipo de muestra	97
FIGURA N° 79: Ficha técnica de la Massa Dun Dun	114
FIGURA N° 80: Ficha técnica de la Massa Dun Dun	115
FIGURA N° 81: Certificado de calibración de la prensa hidráulica.....	116
FIGURA N° 82: Certificado de calibración del horno eléctrico	117
FIGURA N° 83: Certificado de calibración de balanza electrónica	118
FIGURA N° 84: Ficha técnica de ladrillo LARK King Kong 18 huecos	119
FIGURA N° 85: Ficha técnica del cemento Pacasmayo Extraforte	120

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Descripción de la realidad problemática

Actualmente se vive una época donde el campo de la construcción evoluciona continuamente a grandes pasos. Debido al constante crecimiento demográfico, es preciso el estudio continuo de la optimización de recursos garantizando siempre el buen funcionamiento de una estructura.

Los muros de albañilería cumplen una función muy importante en las edificaciones, dependiendo qué tipo de muro se quiere construir, es por ello que para su construcción es necesario emplear materiales de calidad y que alcancen con las especificaciones técnicas del RNE.

El material a emplearse para la unión de las unidades de albañilería debe proporcionar un buen funcionamiento frente a cualquier eventualidad de esfuerzos que se presente en las edificaciones.

El mortero tradicional es uno de los materiales más empleados en la construcción, demostrado en diversas investigaciones que es el adherente con el que mejor comportamiento tienen los muros frente a acciones de sismos o cualquier esfuerzo que sean sometidos.

Sin embargo, hoy en día están saliendo al mercado nuevas tecnologías para el asentado de unidades de albañilería que de acuerdo a sus fichas técnicas los resultados son mayores en comparación a los contruidos con mortero tradicional, Massa Dun Dun es uno de estos productos que está saliendo al mercado como la mejor oferta en todos los aspectos, desde resistencia a cualquier tipo de esfuerzo, costos, rendimientos y comportamiento ecológico.

Massa Dun Dun, en nuestro país se está vendiendo como un pegamento que, en comparación con el mortero tradicional, alcanza mejores resultados de resistencia en un menor tiempo posible, como se detalla en su ficha técnica.

1.1.2. Formulación del problema

¿Las pilas y muretes construidos con Massa Dun Dun tendrán mejores resultados al ser sometidos a esfuerzos de compresión axial y compresión diagonal en comparación con las pilas y muretes construidos con mortero tradicional con dosificación 1:5?

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivo general

Realizar el estudio comparativo de resistencia a la compresión axial y a la compresión diagonal en pilas y muretes de albañilería elaborados con mortero tradicional y Massa Dun Dun.

1.2.2. Objetivos específicos

- Elaborar los prototipos de ensayo utilizando como material de unión para las unidades de albañilería mortero tradicional 1:5 y Massa Dun Dun.
- Determinar el esfuerzo de compresión axial en pilas unidas con mortero tradicional 1:5 y Massa Dun Dun a la edad 28 días.
- Determinar el esfuerzo de compresión diagonal en muretes unidos con mortero tradicional 1:5 y Massa Dun Dun a la edad 28 días.
- Realizar un análisis de resultados que nos permita determinar que adherente es el más conveniente, teniendo en cuenta los aspectos que intervengan para la elaboración de un muro.

1.3. Justificación del estudio

Nuestra investigación acerca de la comparación de resistencia de pilas y muretes construidos con mortero tradicional y Massa Dun Dun, nos permitirá distinguir con claridad que material es mejor para la construcción desde el punto de vista de resistencia.

Mediante el análisis detallado, nuestra investigación beneficiará de manera directa a todo el sector de la construcción de edificaciones, para que puedan tener una mejor perspectiva de cómo funciona el producto y cómo responde a los tipos de falla ensayados, ayudando a tomar mejores decisiones para el desarrollo de sus proyectos, permitiendo tener un enfoque más amplio para la compra de sus materiales y no se dejen llevar por un rótulo publicitario.

2. Marco de referencia

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Nacionales

Vargas Gordillo, Luis (2017) en su tesis *“Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del mortero tradicional y el mortero no convencional en muretes de albañilería”*, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional de Ingeniería, tiene como objetivo comparar y analizar las propiedades mecánicas en pilas y muretes de albañilería usando morteros no tradicionales como Argamassa para Bloco y el mortero convencional para una dosificación de cemento-arena 1:4. Luego de la construcción de las pilas y muretes, siguiendo las recomendaciones del RNE E-0.70, los ensayos realizados fueron: Resistencia a compresión en pilas; Resistencia a la tracción por flexión en pilas; Ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería. En comparación con la NTE E-070 de albañilería, los morteros poliméricos no lograron superar los promedios de resistencia finales en cuanto a compresión en pilas y compresión diagonal en muretes; sin embargo, los resultados del ensayo de resistencia a la tracción por flexión en pilas pudieron triplicar el valor de la resistencia final del mortero convencional.

Reyes Castañeda, Cristhian (2018) en su tesis ***“Estudio comparativo del mortero de adherencia convencional y el mortero embolsado para la elaboración de muros de albañilería, Lima-2018”***, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Cesar Vallejo, tiene como objetivo evaluar y comparar las propiedades entre el mortero convencional y los morteros embolsados denominados Mortero Fácil “UNICON” y Mortero Fácil “TOPEX” para la elaboración de muros de albañilería. Para ello, se elaboró muros de albañilería portantes para analizar y comparar resistencias en compresión axial, compresión diagonal y en adherencia entre ladrillo y mortero. Después de todos los ensayos realizados, los resultados mostraron la superioridad del mortero embolsado sobre el mortero tradicional. Es por esta razón que se recomienda el uso del mortero embolsado, debido a que además de su resistencia comprobada, disminuye los costos por metro cuadrado en la construcción de un murete.

Quispe Muñoz, Brandy Antonio (2018) en su tesis ***“Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del mortero tradicional y el mortero con aditivo que incrementa la adherencia”***, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional de Ingeniería, tiene como objetivo comparar las propiedades mecánicas de pilas y muretes de albañilería, usando mortero tradicional y un mortero con aditivo; para lo cual se realizó estudios en forma separada: mortero y unidades de albañilería y en forma conjunta: pilas y muretes de albañilería.

Se utilizó el aditivo SIKATOP-77 los cuales se añadió en diferentes dosificaciones. Se realizaron ensayos en el mortero patrón y el mortero con aditivo, respetando las Normas Técnicas Peruanas que le corresponde a cada ensayo realizado y la NTE E-0.70 de Albañilería.

En resumen, los morteros con aditivo SIKATOP-77 no alcanzaron los promedios de resistencia finales en lo que respecta a compresión en pilas, compresión diagonal en muretes y corte directo en pilas de albañilería respecto al mortero patrón o convencional.

Zúñiga Quispe, Rony Fredy y Apaza Llamacponcca, Wily (2017) en su tesis ***“Análisis comparativo de la resistencia a compresión axial de pilas y compresión diagonal de muretes de albañilería, sin tarrajeo, con tarrajeo y tarrajeo reforzado con sogas driza utilizando ladrillos King kong de 18 huecos y blocker”***, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Andina del Cusco, tiene como objetivo analizar las propiedades mecánicas mediante la compresión axial de pilas de ladrillo King Kong de 18 huecos y blocker, también la resistencia a compresión diagonal de muretes con ladrillo King Kong de 18 huecos y blocker, todos evaluados bajo la norma E.070.

Como resultado de los ensayos, se obtuvo concluyó que la resistencia del murete de ladrillo King Kong 18 con tarrajeo reforzado con sogas driza que pasa la resistencia de 5.1 kg/cm² fue elevada, cumpliendo con la normativa para muros con ladrillo King Kong artesanal. En conclusión, resistencia en las pilas y muretes se ve mejorada utilizando la sogas driza como refuerzo en el tarrajeo.

Morante Portocarrero, Álvaro Artidoro (2008) en su tesis ***“Ensayo de Compresión Axial y Compresión Diagonal de especímenes de albañilería de ladrillos de arcilla (Hércules I) fabricados en la ciudad de Tacna”***, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Privada de Tacna, tiene como objetivo determinar los valores de resistencia características a compresión axial y diagonal de especímenes de albañilería de ladrillos de arcilla (Hércules I) fabricados en la ciudad de Tacna, para un espesor de mortero de 1cm. Para los ensayos, se realizaron 5 pilas y 5 muretes, luego de que todos los especímenes fueron ensayados, se concluyó que el promedio las resistencias características a la compresión axial ($f'm$) es igual a 49.30 kg/cm² y al corte ($v'm$) igual a 4.83 kg/cm², los cuales caracterizan al ladrillo como un Ladrillo Artesanal y según su clasificación estructural es un Ladrillo Tipo III, además de tener una porcentaje de vacíos de 39.30% mayor a lo esperado clasificándola como unidad hueca, en tal sentido se recomienda que no es apta para la construcción de viviendas en la Ciudad de Tacna.

2.1.2. Internacionales

Fernández Baqueiro, L., Marín Gómez, F., Varela Rivera, J. y Vargas Marín, G. (2009) en el artículo de investigación ***“Determinación de la resistencia a compresión diagonal y el módulo de cortante de la mampostería de bloques huecos de concreto”***, artículo de investigación desarrollado en la Universidad Autónoma de Yucatán, tiene como objetivo proponer nuevas normas técnicas para el diseño y construcción de estructuras de mampostería, que estén basadas de acuerdo a las propiedades de los materiales de la Ciudad de Mérida (México). Los resultados analizados fueron obtenidos de 18 muretes de mampostería sometidos a una carga de compresión diagonal. Se desarrolló un modelo numérico de un murete de mampostería para poder explicar los tipos de fallas observados, El modelo numérico utilizado fue el Método de los Elementos Finitos y se analizó la distribución de esfuerzos que se obtiene. Por último, para la resistencia a compresión diagonal se propuso un valor de diseño como resultado de los ensayos de 1.8 kg/cm² y se determinó que la relación entre los valores de cortante y de elasticidad es igual a 0.42.

Chanchí Golondrino José, Bonilla Campos Diego, Gaviria Rojas John y Giraldo López John (2008) en el artículo de investigación ***“Ensayos a compresión y tensión diagonal sobre muretes hechos a base de papel periódico reciclado y engrudo de almidón de yuca”***, artículo de investigación desarrollado en la Universidad Nacional de Colombia tiene como objetivo el desarrollo, la investigación y la implementación de una unidad de mampostería con traba semi ovoide superior e inferior hecha a base de una dosificación elaborada con papel periódico reciclado y engrudo de almidón de yuca. Se construyeron unidades de mampostería destinadas a la elaboración de 6 muretes destinados a la caracterización de su comportamiento mecánico en 2 niveles: compresión axial y tensión diagonal (cortante). Se realizó el análisis de la resistencia mecánica, de la compresión axial y tensión diagonal de los muretes. Los resultados determinaron que el sistema constructivo asociado al murete, se recomienda usarlo en paneles divisorios o muros no estructurales localizados en lugares donde no tengan la posibilidad de estar en contacto con la intemperie.

De La Sotta Monreal, Juan Pablo (2010) en su tesis “Análisis comparativo entre mortero de junta para albañilería fabricado en obra y mortero premezclado húmedo para albañilería”, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Constructor en la Universidad Austral de Chile, tiene como objetivo realizar un análisis económico y de calidad entre los morteros usados para albañilería fabricados en obra y los que provienen de una central hormigonera. A partir del estudio se puede concluir que de las propiedades de los morteros las que mayor relevancia presentan son la Trabajabilidad, Retentividad y Resistencia a la Compresión, ya que afectan al proceso de colocación de ladrillo y el resultado final de la albañilería.

Arriola Donis, José Mauricio (2009) en su tesis “Diseño de morteros con cementos hidráulicos para la construcción de muros con elementos de mampostería”, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad de San Carlos de Guatemala, tiene como objetivo proponer dosificaciones de morteros con cementos hidráulicos, para la elaboración de muros con elementos de mampostería, para que trabajen de una manera unificada al ser sometidos a cargas de servicio, estudiando las propiedades físicas de los materiales utilizados en la construcción de los morteros, así como también las características y propiedades del producto final, tanto en estado plástico como en estado endurecido. Los resultados obtenidos demostraron que la resistencia a la compresión en morteros con adiciones de cal disminuye a edades tempranas y que la utilización de cal en los morteros, disminuye la adherencia entre este y la unidad de mampostería, esto se debe a la incidencia del contenido de humedad que presente la unidad de mampostería al momento de elaborar el muro. La resistencia a la compresión en muros de mampostería elaborados con bloques de 35 kg/cm² y 25 kg/cm², es superior cuando se usan morteros con adiciones de cal en su proporción, no siendo así, cuando los morteros no contienen cal.

Sánchez Tizapa S., Villaseñor Franco A., Guinto Herrera E., Barragán Trinidad R. y Mebarki A. (2017) en el artículo científico “Propuesta de valores de referencia para la resistencia de diseño a compresión diagonal y compresión de la mampostería en el estado de Guerrero, México”,

artículo científico desarrollado en la Universidad Autónoma de Guerrero, tiene como objetivo proponer valores de resistencia de diseño a compresión diagonal y compresión de la mampostería en Guerrero. Para esto se normalizó la información histórica experimental de 16 años. Considerando las características de los datos se evaluaron los resultados mediante comparación de valores y análisis de coeficientes de variación. Del primer parámetro se propuso 0.45 MPa y 0.20 MPa en mampostería de tabique recocado y bloques huecos pegada con morteros tipos I y II; en mampostería de tabicón y mortero tipo I se propuso 0.45 MPa. Respecto al segundo parámetro, el valor sugerido es 1.9 MPa para todas las piezas y morteros. Se concluye que la resistencia a compresión de diseño (f_m^*) es 1.9 MPa para cualquier tipo de pieza unida con morteros tipo I o II. En el caso de la resistencia a compresión diagonal de diseño (v_m^*) se propone 0.45 MPa en tabicón unido con mortero tipo I y en tabiques de barro recocado sin importar el mortero utilizado (I o II), el valor se reduce a 0.20 MPa para cualquier mortero si se utilizan bloques huecos. Los valores propuestos son válidos cuando la resistencia a compresión de diseño en las piezas (f_p^*) alcanzan al menos 2.8 MPa en tabique rojo recocado, 6.0 MPa en tabicón y 4.4 MPa para bloques huecos.

2.2. Marco teórico

2.2.1. NTP 400.012 (2001): Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

Esta Norma Técnica Peruana establece el método para la determinación de la distribución por tamaño de partículas del agregado fino, grueso y global por tamizado, para lo cual, una muestra de agregado seco, de masa conocida, es separada a través de una serie de tamices que van progresivamente de una abertura mayor a una menor, para determinar la distribución del tamaño de las partículas.

2.2.2. NTP 400.017 (2011): Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“peso unitario”) y los vacíos en los agregados.

Esta Norma Técnica Peruana establece la determinación de la densidad de masa (“peso unitario”) del agregado en condición suelto o compactado, y calcula los vacíos entre partículas en agregados finos, gruesos o mezcla de ambos basados en la misma determinación. Este método de ensayo es aplicable a los agregados que no excedan los 125 mm como tamaño nominal máximo.

2.2.3. NTP 339.185 (2013): Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

Esta Norma Técnica Peruana establece el procedimiento para determinar el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino o grueso por secado. La humedad evaporable incluye la humedad superficial y la contenida en los poros del agregado, pero no considera el agua que se combina químicamente con los minerales de algunos agregados y que no es susceptible de evaporación, por lo que no está incluida en el porcentaje determinado por este método.

2.2.4. NTP 400.022 (2013): Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

Esta norma tiene por objeto establecer un procedimiento para determinar la densidad promedio de partículas de agregado fino (no incluye los orificios entre las partículas), la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del agregado fino. La densidad, en g/cm^3 , se expresa como peso específico de masa (P_e), peso específico de masa saturada superficialmente seca (P_{eSSS}), peso específico aparente (P_{ea}). El peso específico (P_e) y el peso específico aparente (P_{ea}) se determina después de secar el agregado. El peso específico

de masa saturada superficialmente seca (P_{eSSS}) y la absorción se determinan después de remojar el agregado en agua para un periodo duración prescrita.

2.2.5. NTP 399.613 (2005): Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Esta Norma Técnica Peruana establece los procedimientos para el muestreo y ensayo, como medida de control de calidad, de ladrillos de arcilla cocida utilizados como unidades de albañilería.

2.2.6. NTP 331.017 (1978): Requisitos de los ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Esta norma establece las definiciones, clasificación, condiciones generales y requisitos que debe cumplir el ladrillo de arcilla luego de realizarse los ensayos respectivos para su aceptación como unidad de albañilería.

2.2.7. NTP 331.018 (1978): Métodos de ensayo para ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Esta norma establece los métodos de ensayo y cálculos para determinar la variación de dimensiones, alabeo, resistencia a la compresión, densidad, módulo de rotura, absorción, absorción máxima, coeficiente de saturación, succión y eflorescencia de los ladrillos de arcilla usados en albañilería.

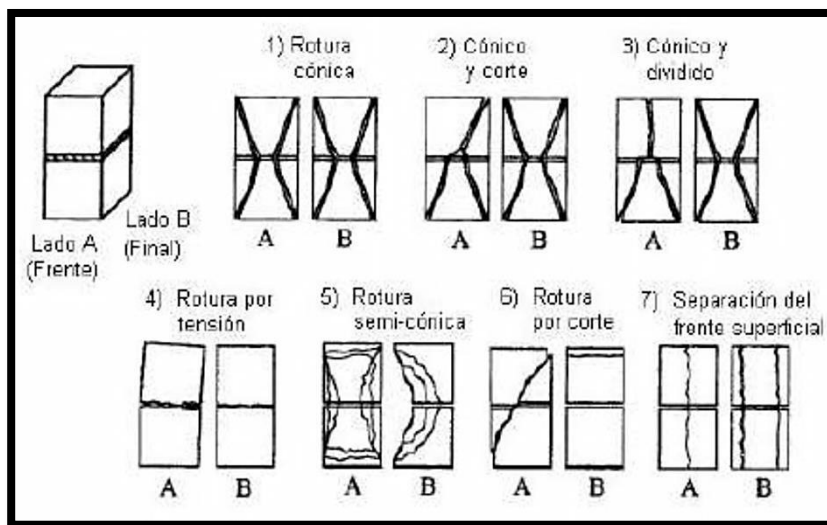
2.2.8. NTP 399.605 (2013): Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería.

Esta Norma Técnica Peruana establece los procedimientos para la fabricación y ensayo de prismas de albañilería, y los cálculos para determinar la resistencia en compresión, f_{mt} , utilizada para determinar el cumplimiento con la resistencia a la compresión especificada para la albañilería, f_m . Cuando este método de ensayo es usado con propósitos de investigación, los procedimientos de fabricación y ensayo contenidos, servirán como referencia y para proporcionar

parámetros de control. Este método también cubre los procedimientos para determinar la resistencia a la compresión de prismas obtenidos a partir de muestras eliminadas en obras de albañilería.

Se aplica la carga de manera continua hasta alcanzar la carga máxima y poder observar la forma de falla. Los patrones de grieta, de falla y despostillamiento serán registrados, tomar en cuenta si se produjeron a los lados del prisma. A continuación se ilustran los diversos tipos de fallo o fractura.

FIGURA N° 1: Formas de falla de las pilas de albañilería



Fuente: NTP 399.605 (2013)

2.2.9. NTP 399.621 (2004): Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.

Esta Norma Técnica Peruana establece el método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión diagonal (corte), en muretes de albañilería de dimensión mínima de 600 mm x 600 mm, mediante la aplicación de una carga de compresión a lo largo de la diagonal del murete, originando de esa manera una falla por tracción diagonal que hace que el espécimen se fisure en la dirección paralela a la aplicación de la carga.

2.2.10. Consideraciones generales para las pilas y muretes de albañilería.

El Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE, 2014) en su norma E.070, nos indica que la resistencia de la albañilería a compresión axial (f'_m) y a corte (v'_m) se determinará de manera empírica (recurriendo a tablas o registros históricos de resistencia de las unidades) o mediante ensayos de prismas, de acuerdo a la importancia de la edificación y a la zona sísmica donde se encuentre, según se indica en la Tabla 1.

TABLA N° 1: Métodos para determinar f'_m y v'_m según su zona sísmica

TABLA 7 METODOS PARA DETERMINAR f'_m y v'_m									
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA	EDIFICIOS 1 A 2 PISOS			EDIFICIOS 3 A 5 PISOS			EDIFICIOS DE MAS DE 5 PISOS		
	Zona Sísmica			Zona Sísmica			Zona Sísmica		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
(f'_m)	A	A	A	B	B	A	B	B	B
(v'_m)	A	A	A	B	A	A	B	B	A

Fuente: R.N.E.E.070

A: Obtenida de manera empírica conociendo la calidad del ladrillo y del mortero.

B: Determinadas de los ensayos de compresión axial de pilas y de compresión diagonal de muretes mediante ensayos de laboratorio de acuerdo a lo indicado en las NTP 399.605 y 399.621.

Los prismas serán almacenados a una temperatura no menor de 10°C durante 28 días. Los prismas podrán ensayarse a menor edad que la nominal de 28 días pero no menor de 14 días; en este caso, la resistencia característica se obtendrá incrementándola por los factores mostrados en la Tabla 2.

TABLA N° 2: Valores de incremento de f'_m y v'_m según la edad de la muestra

TABLA 8			
INCREMENTO DE f'_m y v'_m POR EDAD			
Edad		14 días	21 días
Muretes	Ladrillos de arcilla	1,15	1,05
	Bloques de concreto	1,25	1,05
Pilas	Ladrillos de arcilla y bloques de concreto	1,10	1,00

Fuente: R.N.E.E.070

La resistencia característica f'_m en pilas y v'_m en muretes se obtendrá como el valor promedio de la muestra ensayada menos una vez la desviación estándar.

El valor de v'_m para diseño no será mayor de $(\sqrt{f'_m})$ kg/cm².

En el caso de no realizarse ensayos de prismas, podrá emplearse los valores mostrados en la Tabla 3, correspondientes a pilas y muretes construidos con mortero 1:4 (cuando la unidad es de arcilla) y 1: 1/2: 4 (cuando la materia prima es sílice-cal o concreto), para otras unidades u otro tipo de mortero se tendrá que realizar los ensayos respectivos.

TABLA N° 3: Valores representativos de f'_b , f'_m y v'_m para un mortero 1:4

TABLA 9 (**)				
RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA				
ALBAÑILERÍA Mpa (kg / cm²)				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD f'_b	PILAS f'_m	MURETES v'_m
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

Fuente: R.N.E.E.070

(*) Utilizados para la construcción de Muros Armados.

(**) El valor f'_b se proporciona sobre el área bruta en unidades vacías (sin grout), mientras que las celdas de las pilas y muretes están totalmente rellenas con grout de $f'_c = 13,72$ Mpa (140 kg/cm²).

Las dosificaciones para los dos tipos de mortero, que son el tipo P, empleado en la construcción de los muros portantes y NP, utilizado en los muros no portantes, se muestran en la Tabla 4. Los componentes del mortero tendrán las proporciones volumétricas (en estado suelto).

TABLA N° 4: Dosificaciones para muro portante y no portante

TABLA 4				
TIPOS DE MORTERO				
COMPONENTES				USOS
TIPO	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 1/2	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

Fuente: R.N.E.E.070

De la misma manera, los valores encontrados mediante ensayos de laboratorio a las unidades de albañilería serán comparados con los resultados de la Tabla 5 donde se indican las características que tendrán los ladrillos.

TABLA N° 5: Característica de las unidades de albañilería

TABLA 1					
CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f'_b mínimo en Mpa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

Fuente: R.N.E.E.070

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes.

(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes.

Si la muestra presenta más de 20% de dispersión en los resultados (coeficiente de variación), para unidades producidas industrialmente, o 40 % para unidades producidas artesanalmente, se ensayará otra muestra y de persistir esa dispersión de resultados, se rechazará el lote.

2.2.11. Especificaciones técnicas de Massa Dun Dun.

- **Definición**

- Según la ficha técnica del producto la Massa Dun Dun es una masa adhesiva que está hecha para el asentamiento de unidades de albañilería, tanto de arcilla como de concreto, que proporciona una buena resistencia a la compresión y a la flexión. Es un producto que no necesita agua. La presentación del producto viene en una bolsa tipo sachet de 3 kg listo para usar.

- **Uso:**

- Según la empresa CONTE GROUP en su ficha técnica señalan que: “La Massa Dun Dun, ha sido diseñada para la elevación de muros de mampostería en obra, para su uso al interior y exterior de la edificación. Uso excluyente para elevación de tabiques del tipo “junta trabajada”. No sustituye la estructura portante de la edificación. La adhesión de los ladrillos es realizada por contacto en juntas menores iguales a los 3mm”.

- **Características: Valores típicos**

Densidad:	1,85 g/cm ³
Tiempo de Cura:	72hrs. depende de la temperatura y humedad
Resistencia a la tracción:	≥ 1 Mpa
Color:	Gris
Apariencia:	Pastoso

- **Dosificación:**

Según la ficha técnica de la Massa Dun Dun, se detalla que:

- La aplicación se debe realizar en dos cordones de Massa Dun Dun de 1 cm de diámetro sobre la superficie de asentamiento horizontal, en una aplicación continua.
- Se recomienda un exhaustivo control en cuanto al corte del dosificador indicado en el envase y las correctas condiciones de la superficie de contacto entre los ladrillos a utilizar.
- Se indica la aplicación de un tercer hilo adicional en caso que existan problemas geométricos que alteren cualquier superficie de contacto entre ladrillos o entre ladrillos-estructura.
- Para detalles particulares que requieren la alteración-corte del ladrillo a utilizarse se indica un estudio previo y aprobación por parte del técnico responsable en obra, y consulta profesional con el soporte técnico de Massa Dun Dun en Perú.

- **Juntas:**

- La estabilidad y resistencia mecánica del tabique para su elevación con Massa Dun Dun está certificada para su aplicación, únicamente en la junta horizontal entre ladrillos.
- Con la excepción de casos de estudio, se indica la no aplicación sobre las juntas verticales; dejando en su lugar un espacio entre ladrillos de dimensiones 1-3mm que permitirá un correcto asentamiento propias del tabique.
- La aplicación adicional en juntas verticales representa un incremento de la resistencia estructural del tabique y será indicado específicamente para el contacto tabique-sistema estructural de la edificación, y en casos excepcionales de cargas no convencionales que requieran incremento de la resistencia mecánica certificada (ej. Carga de viento).
- En tal caso las modificaciones a la aplicación convencional del producto serán supervisadas por el técnico responsable de obra y/o respaldo de técnico de Dun Dun Perú.

- **Ventajas:**

- La economía, la velocidad y la seguridad al usar el producto.
- Aporta una alta resistencia estructural.
- Tiene una gran trabajabilidad permitiéndonos realizar una colocación a una velocidad de hasta 3 veces más rápido.
- En comparación con los morteros tradicionales, con la Massa Dun Dun se obtiene un menor costo por metro cuadrado de pared.
- Según su ficha técnica este material no genera suciedad y es más ecológico.
- Se obtiene un menor peso estructural.

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Definición de términos

- **Cemento**

Producto comercial que es el resultado de Clinker molido, producido por la cocción a elevadas temperaturas, de mezclas que contienen cal, alúmina, fierro y sílice en proporciones determinadas, pero siendo sus dos principales componentes la piedra caliza y la arcilla. Deberá cumplir con los requerimientos de la NTP 334.009, ASTM C 150 y ASTM C 595.

- **Agua**

El agua utilizada para la preparación del mortero deberá estar limpia, libre de aceites, ácidos, álcalis, sales, material orgánico y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto. Deberá cumplir con los requisitos de la NTP 339.088.

- **Agregado fino**

Según la E.070, “el agregado fino será arena gruesa natural, libre de materia orgánica y sales, con las características indicadas en la Tabla 6. Se aceptarán otras granulometrías siempre que los ensayos de pilas y muretes proporcionen resistencias según lo especificado en los planos.”

TABLA N° 6: Característica de la granulometría de la arena gruesa

TABLA 3	
GRANULOMETRÍA DE LA ARENA GRUESA	
MALLA ASTM	% QUE PASA
Nº 4 (4,75 mm)	100
Nº 8 (2,36 mm)	95 a 100
Nº 16 (1,18 mm)	70 a 100
Nº 30 (0,60 mm)	40 a 75
Nº 50 (0,30 mm)	10 a 35
Nº 100 (0,15 mm)	2 a 15
Nº 200 (0,075 mm)	Menos de 2

Fuente: R.N.E.E.070

- **Mortero tradicional**

Según la E.070, “es un mortero que está constituido por una mezcla de aglomerante y agregado fino a las cuales se le añade la cantidad suficiente de agua para que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado. Se tendrá en cuenta lo indicado en la NTP 399.607 y NTP 399.610”

- **Pila**

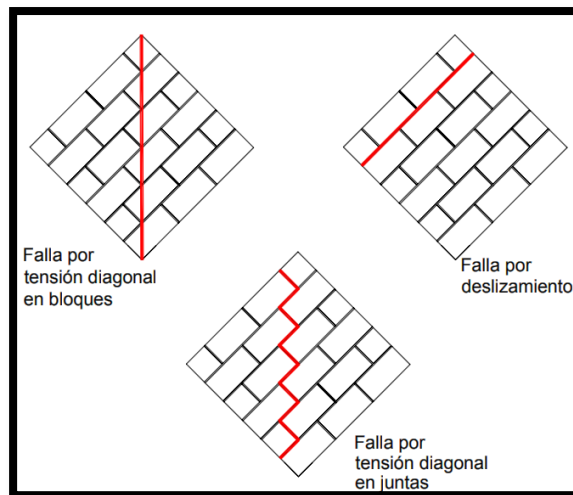
Es una muestra constituida por dos unidades como mínimo, asentadas en forma de pila, es decir, una sobre otra. Nos permitirá conocer la resistencia a la compresión axial de la construcción en albañilería, para ello son construidas con los materiales usados en obra, unidas con capas de mortero, un espesor de junta y método de asentado utilizados en campo. Para cada combinación de materiales y para cada edad de ensayo será construido un tipo de muestra.

- **Murete**

Es un prototipo de muro de albañilería a través del cual se puede determinar por medio de ensayos, la carga que puede soportar al ser sometido a compresión a lo largo de la diagonal del murete, permitiendo así una falla por tracción paralela a la aplicación de la carga. Debe tener unas medidas mínimas de 60 cm x 60 cm, al ser una muestra representativa de un muro y que a su vez permita el uso de la maquinaria del laboratorio. Serán construidos mediante los mismos métodos usados en campo.

Según Fernández Baqueiro (2009), las fallas típicas de mampostería sujetos a compresión diagonal pueden ser de tres tipos (Figura 2): falla por tensión diagonal en bloques; se produce una grieta diagonal que atraviesa predominantemente las piezas, su trayectoria es aproximadamente recta; falla por tensión diagonal en juntas; se produce por la falta de adherencia bloque-mortero, su trayectoria es en forma escalonada aproximadamente al centro del murete; falla por deslizamiento; se produce la falla entre las piezas y el mortero, produciéndose el desprendimiento de una junta horizontal.

FIGURA N° 2: Formas de falla de los muretes de albañilería



Fuente: Fernández Baqueiro

- **Refrentado**

Colocación de una capa de mezcla de dosificación 1:2 (yeso:cemento), la cual corrige las irregularidades presentadas en la unidades de albañilería.

- **Muro portante**

La norma E.070 lo define como un “muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical”.

- **Muro no portante**

Según la norma E.070 es un “muro diseñado y construido en forma tal que sólo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales a su plano. Son, por ejemplo, los parapetos y los cercos”.

- **Metrado**

Es la cantidad de una determinada partida para un presupuesto, de acuerdo a la unidad de medida establecida. Se debe realizar un proceso ordenado y cálculos adecuados en función de las partidas a trabajar.

- **Costos directos**

Según CAPECO (2003), es la suma de los costos de materiales, mano de obra (incluyendo leyes sociales), equipos, herramientas, y todos los elementos requeridos para la ejecución de una obra. Estos costos directos que se analizan de cada una de las partidas conformantes de una obra pueden tener diversos grados de aproximación de acuerdo al interés propuesto.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Los resultados de los ensayos de compresión obtenidos de los muretes y pilas empleando Massa Dun Dun son superiores a los resultados obtenidos de los muretes y pilas construidos con mortero tradicional.

2.4.2. Hipótesis específicas

- Las propiedades del agregado fino están dentro de los límites permitidos por la norma
- Las propiedades mecánicas y físicas de las unidades de albañilería están dentro de los límites permitidos según la Norma Técnica Peruana.
- El mortero tradicional es la mejor alternativa para la construcción de muros de albañilería

2.5. Variables

2.5.1. Variable dependiente

- Resistencia a la compresión axial
- Resistencia a la compresión diagonal

2.5.2. Variable independiente

- Incidencia de la cantidad de Massa Dun Dun

2.5.3. Cuadro de operacionalización de variables

TABLA N° 7: Cuadro de operacionalización de variables

VARIABLE	TIPO	DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDAD	INSTRUMENTO
Resistencia a la compresión axial	Dependiente	$\frac{\text{Carga última}}{\text{Área de influencia de carga}}$	Fuerza / área	kg/cm ²	Prensa Hidráulica
Resistencia a la compresión diagonal	Dependiente	$\frac{\text{Carga última}}{\text{Área de influencia de carga}}$	Fuerza / área	kg/cm ²	Marco de compresión
Incidencia de la cantidad de Massa Dun Dun	Independiente	-	Peso	kg	Balanza

Fuente: Elaboración propia

3. Metodología

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Por el tipo de investigación, una investigación experimental y descriptiva, ya que se utilizan conocimientos aplicados a la ingeniería civil.

3.1.2. Nivel de investigación

Por el nivel de la investigación, según los objetivos el presente estudio se refiere a un nivel aprehensivo.

3.2. Población y muestra del estudio

3.2.1. Población

La población está caracterizada por todos los muros de albañilería construidos en las edificaciones.

3.2.2. Muestra

La muestra estará constituida por 6 muretes que serán construidos con mortero tradicional y 18 muretes con Massa Dun Dun, también de 6 pilas con mortero tradicional y 12 pilas con Massa Dun Dun.

3.3. Diseño de investigación

Este proyecto de tesis busca determinar el efecto de la masa adhesiva conocida como Massa Dun Dun en la resistencia de los muros de albañilería y compararla con un mortero tradicional patrón de dosificación 1:5, para lo cual se elaboraron pilas y muretes como muestras representativas de muros de albañilería, a través de los cuales, mediante ensayos de laboratorio, se encontraron y evaluaron las resistencias características que pueden alcanzar los prototipos elaborados con diferentes cantidades de Massa Dun Dun.

3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

3.4.1. Ensayos de agregado fino

3.4.1.1. Análisis granulométrico

- **Materiales**

TABLA N° 8: Cuadro de materiales y herramientas usadas en el análisis granulométrico

Materiales, herramientas y equipos	Descripción
Tamices	Utensilios que separa el agregado en sus diferentes tamaños. Marca Gilson, de marco de latón y una tela de alambre tejida de acero inoxidable. Tamices usados: 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100.
Balanza digital	Instrumento de medición del peso de marca AND GP-61K, de 61 kg de capacidad y aproximación de 0.1 gramos.
Horno	Marca MEMMERT UF260 con una capacidad de cámara de 240 litros y una temperatura constante de $110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$. Utilizado para secar las muestras de laboratorio.
Agregado fino	Muestra de arena gruesa seca de 300 gramos como mínimo.
Agitador Mecánico	Marca Gilson SS-20 115V, imparte movimiento rotativo y con pequeños golpes a los tamices que permite el movimiento de partículas en todas las direcciones.
Badilejo	De 7 pulgadas, para el llenado del agregado fino.

Fuente: Elaboración propia

- **Procedimiento**

A continuación, se describe el ensayo de análisis granulométrico realizado al agregado fino, considerando la NTP 400.012:

- Se escogió una muestra representativa del agregado fino de 3696.2 g. y se colocó en el horno por 24 horas, luego del secado la muestra tenía un peso de 3648.10 g.

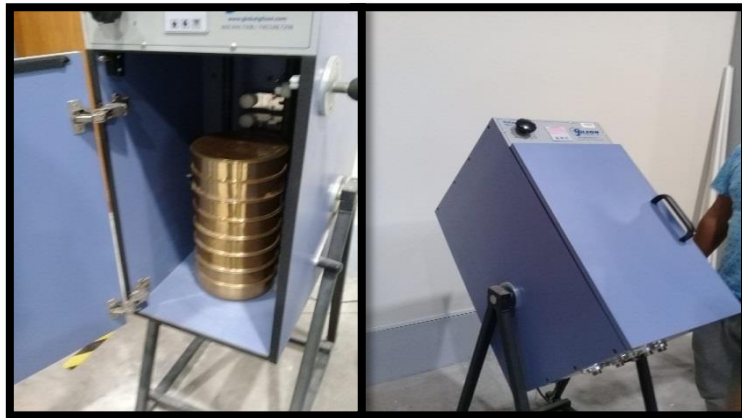
FIGURA N° 3: Cantidad de arena gruesa para ensayo y procedimiento de secado



Fuente: Propia

- Se limpió y ordenó los tamices a utilizar, los cuales fueron los siguientes: 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y N° 100.
- Se colocó la muestra por la parte superior de los tamices y luego se empleó un agitador mecánico durante 5 minutos.

FIGURA N° 4: Uso del agitador mecánico para el proceso de tamizado



Fuente: Propia

- Se pesó la cantidad de material retenido en cada tamiz y se procedió al cálculo del porcentaje de peso retenido, porcentaje retenido acumulado y el porcentaje de material que pasa.

FIGURA N° 5: Peso del material retenido en cada tamiz



Fuente: Propia

- **Cálculos**

Porcentaje de peso retenido

$$\%W_R = \frac{(W_R)_i}{\Sigma W_R} \times 100$$

Donde:

$\%W_R$: Porcentaje de peso retenido

W_R : Peso retenido en un tamiz

Porcentaje retenido acumulado

$$\%W_{RA} = (\%W_R)_i - (\%W_{RA})_{i-1}$$

Donde:

$\%W_R$: Porcentaje de peso retenido

$\%W_{RA}$: Porcentaje de peso retenido acumulado

Porcentaje que pasa

$$\%W_p = 100 - \%W_{RA}$$

Donde:

%W_p: Porcentaje que pasa

%W_{RA}: Porcentaje de peso retenido acumulado

Módulo de fineza

$$MF = \frac{\sum \%W_{RA}}{100}$$

Donde:

MF: Módulo de fineza

%W_{RA}: Porcentaje de peso retenido acumulado

3.4.1.2. Peso unitario del agregado fino

- **Materiales**

TABLA N° 9: Cuadro de materiales y herramientas usadas en el ensayo de peso unitario

Materiales, herramientas y equipos	Descripción
Varilla de apisonado	Varilla lisa de acero, redondeada de 16 mm de diámetro y 600 mm aproximadamente de longitud, con ambos extremos redondeados de forma semi-esférica.
Balanza digital	Instrumento de medición del peso de marca AND GP-61K, de 61 kg de capacidad y aproximación de 0.1 gramos.
Horno	Marca MEMMERT UF260 con una capacidad de cámara de 240 litros y una temperatura constante de 110° C ± 5° C. Utilizado para secar las muestras de laboratorio.
Agregado fino	Arena gruesa seca con un tamaño de muestra aproximadamente entre el 125% y el 200% de la cantidad requerida para llenar el recipiente.
Recipiente calibrado	Recipiente cilíndrico de metal con asas de una capacidad de 1/10 p ³ con una superficie interior lisa y de superficie continua.
Plancha de batir	Usada para el llenado del recipiente con el agregado fino.

Fuente: Elaboración propia

- **Procedimiento**

A continuación, se describe el ensayo de P.U.S. y P.U.C., realizado al agregado fino, considerando la NTP 400.017:

- Luego de dejar secar una muestra de arena gruesa de 3696.2 g. por 24 horas, se procedió a llenar el recipiente de $1/10 \text{ pie}^3$ de capacidad con la muestra seca.

FIGURA N° 6: Recipiente de $1/10 \text{ pie}^3$ de capacidad



Fuente: Propia

- Para el peso unitario seco (P.U.S.) se llenó el recipiente dejando caer el agregado a una altura no mayor a 50 mm.

FIGURA N° 7: Llenado del recipiente con arena gruesa



Fuente: Propia

- Una vez lleno el recipiente, se enrasó con la varilla y se pesó el recipiente con el agregado.
- Se repitió el procedimiento por 3 ocasiones.
- Para el peso unitario compactado (P.U.C) se llenó el recipiente por tercios, compactando cada uno con 25 golpes con la varilla.

FIGURA N° 8: Uso de la varilla de compactación para el cálculo del P.U.C



Fuente: Propia

- Una vez lleno el recipiente, se enrasó con la varilla y se pesó el recipiente con el agregado compactado.

FIGURA N° 9: Proceso de enrasado de la arena gruesa con la varilla de compactación



Fuente: Propia

- Se repitió el procedimiento por 3 ocasiones.

- **Cálculos**

Peso unitario seco (P.U.S.) y peso unitario compactado (P.U.C.)

$$P.U.S. \text{ o } P.U.C. = \frac{W_m}{V}$$

Donde:

P.U.S.: Peso unitario seco (kg/m³)

P.U.C.: Peso unitario compactado (kg/m³)

Wm: Peso de la muestra (kg.)

V: Volumen del recipiente (m³)

3.4.1.3. Contenido de humedad del agregado fino

- **Materiales**

TABLA N° 10: Cuadro de materiales y herramientas usadas en el ensayo de contenido de humedad

Materiales, herramientas y equipos	Descripción
Balanza digital	Instrumento de medición del peso de marca AND GP-61K, de 61 kg de capacidad y aproximación de 0.1 gramos.
Horno	Marca MEMMERT UF260 con una capacidad de cámara de 240 litros y una temperatura constante de 110° C ± 5° C. Utilizado para secar las muestras de laboratorio.
Agregado fino	Arena gruesa seca con una cantidad mínima de 500 gramos.
Recipiente	Envase que no se vea afectado al someterse al calor y de la suficiente capacidad para abarcar la muestra sin derramarse.

Fuente: Elaboración propia

- **Procedimiento**

A continuación, se describe el ensayo de contenido de humedad realizado al agregado fino, considerando la NTP 399.185:

- Se colocó en el horno una muestra representativa de 500 gramos en el horno durante 24 horas.

FIGURA N° 10: Proceso de secado en horno de 500 g de arena gruesa



Fuente: Propia

- Luego del secado de la muestra, se pesó y anotaron los resultados.

FIGURA N° 11: Procesamiento de datos del ensayo de contenido de humedad



Fuente: Propia

- Se repitió el procedimiento hasta 3 ocasiones.
- **Cálculos**
Contenido de humedad

$$\%H = \frac{(W_m - W_{ms})}{W_{ms}} \times 100$$

Donde:

Wm: Peso de la muestra original (g.)

Wms: Peso de la muestra seca (g.)

%H: Contenido de humedad (%)

3.4.1.4. Peso específico y porcentaje de absorción

- **Materiales**

TABLA N° 11: Cuadro de materiales y herramientas usadas en el ensayo de peso específico y porcentaje de absorción

Materiales, herramientas y equipos	Descripción
Picnómetro	Envase de vidrio adecuado para el procedimiento en el cual la muestra de agregado fino puede ser introducida y con un contenido del volumen calculable.
Balanza digital	Instrumento de medición del peso de marca AND GP-61K, de 61 kg de capacidad y aproximación de 0.1 gramos.
Horno	Marca MEMMERT UF260 con una capacidad de cámara de 240 litros y una temperatura constante de 110° C ± 5° C. Utilizado para secar las muestras de laboratorio.
Agregado fino	Muestra de arena gruesa seca de una cantidad de 1 kg.
Molde metálico	Tiene una forma cónica, con un diámetro en la parte superior de 40 mm ± 3 mm, con un diámetro en la parte inferior de 90 mm ± 3 mm y 75 mm ± 3 mm de altura
Apisonador	Barra de metal cuya función es compactar la arena que se encuentre dentro del molde. Tiene una masa de 340 g ± 15 g y una cara circular de apisonamiento de 25 mm ± 3 mm de diámetro.
Secador eléctrico	Secador de 2000 W de potencia que expulsa aire caliente.

Fuente: Elaboración propia

- **Procedimiento**

A continuación, se describe el ensayo de peso específico y porcentaje de absorción realizado al agregado fino, considerando la NTP 400.022:

- Se seleccionó una muestra representativa de la arena gruesa y se colocó en el horno por 24 horas.
- Se pesó 1000 gramos de muestra seca y se colocó en una bandeja, extendiendo el material a lo largo de ésta, y posteriormente se agregó agua hasta por 5 cm sobre el nivel de la muestra.

FIGURA N° 12: Cantidad de arena gruesa seca utilizada en el ensayo



Fuente: Propia

FIGURA N° 13: Arena gruesa extendida a lo largo de la bandeja



Fuente: Propia

- Se dejó reposar el material por 24 horas.
- Pasado el tiempo de reposo, se retiró el exceso de agua de la bandeja sin dejar caer la muestra para luego secarla con ayuda de una secadora.

FIGURA N° 14: Proceso de secado de la arena gruesa



Fuente: Propia

- Se usó un apisonador y un molde para comprobar si la muestra aun contenía una humedad superficial. Cuando la muestra llegó a un estado de superficie seca y no conservó la forma del molde, se separó 500 gramos de ese material.

FIGURA N° 16: Apisonador y molde en forma de cono



Fuente: Propia

FIGURA N° 15: Apisonado de la arena gruesa para comprobar un secado homogéneo



Fuente: Propia

- Esta cantidad se colocó dentro de un recipiente de vidrio que usamos como picnómetro, luego se agregó agua y se agitó el recipiente a fin de que el agregado se sature completamente.

FIGURA N° 17: Peso de 500 g de arena gruesa en el picnómetro



Fuente: Propia

FIGURA N° 18: Agitación manual del picnómetro



Fuente: Propia

- Luego de 6 horas se vierte el agua del picnómetro y se colocó la muestra en una bandeja para luego dejarla en el horno por 24 horas.

FIGURA N° 19: Picnómetro en reposo con 500 g de arena gruesa y agua



Fuente: Propia

FIGURA N° 20: Muestra del picnómetro luego de 24 horas



Fuente: Propia

- Después de 24 horas se pesa la muestra para el cálculo del porcentaje de absorción.

• Cálculos

Volumen de recipiente de vidrio

$$V_r = \frac{W_w}{\rho}$$

Donde:

W_w : Peso del agua en el recipiente (g.)

ρ : Densidad del agua (g/cm^3)

V_r : Volumen del recipiente (cm^3)

Peso específico de la masa

$$P_e = \frac{W_m}{(V_r - V_w)} \times 100$$

Donde:

W_m: Peso de la muestra seca al horno (g.)

V_r: Volumen del recipiente (cm³)

V_w: Volumen del agua añadida al recipiente (cm³)
o peso del agua añadida el recipiente (g.)

P_e: Peso específico de masa (g/cm³)

Peso específico de la masa saturada superficialmente seca

$$P_{eSSS} = \frac{W_{mSSS}}{(V_r - V_w)} \times 100$$

Donde:

W_{mSSS}: Peso de la muestra saturada superficialmente
seca (g.)

V_r: Volumen del recipiente (cm³)

V_w: Volumen del agua añadida al recipiente (cm³) o peso del
agua añadida el recipiente (g.)

P_{eSSS}: Peso específico de masa saturada
superficialmente seca (g/cm³)

Peso específico aparente

$$P_{ea} = \frac{W_m}{(V_r - V_w) - (500 - W_m)} \times 100$$

Donde:

W_m: Peso de la muestra seca (g.)

V_r: Volumen del recipiente (cm³)

V_w: Volumen del agua añadida al recipiente (cm³) o
peso del agua añadida el recipiente (g.)

P_{ea}: Peso específico aparente de masa (g/cm³)

Absorción

$$\%A = \frac{(500 - W_m)}{W_m} \times 100$$

Donde:

Wm: Peso de la muestra seca (g.)

%A: Porcentaje de absorción (%)

3.4.2. Ensayos de las unidades de albañilería

3.4.2.1. Variación dimensional

- **Materiales**

TABLA N° 12: Cuadro de materiales y herramientas usadas en el ensayo de variación dimensional

Materiales, herramientas y equipos	Descripción
Regla de acero	De marca Stanley, graduada, de 30 cm de longitud y con divisiones de un milímetro.
Ladrillos de arcilla	10 unidades de ladrillos Lark tipo IV, de medidas aproximadas de 90 cm x 12.5 cm x 230 cm. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas.

Fuente: Elaboración propia

- **Procedimiento**

A continuación, se describe el ensayo de variación dimensional realizado a la unidad de albañilería, considerando la NTP 399.613:

- Se seleccionaron 10 ladrillos al azar, que fueron las muestras de las cuales se extrajeron las medidas.

FIGURA N° 21: Total de ladrillos utilizados para la investigación



Fuente: Propia

- Para la altura se midieron, desde el punto medio de los bordes, las cuatro caras laterales de la muestra.
- Para el largo se midieron, desde el punto medio de los bordes, las caras paralelas a esta medida.

FIGURA N° 22: Medida de las dimensiones de la unidad de albañilería



Fuente: Propia

FIGURA N° 23: Medida del largo de la unidad de albañilería



Fuente: Propia

- Para el ancho se midieron, desde el punto medio de los bordes, las caras paralelas a esta medida.
- Se obtuvo como resultado el promedio cada una de las medidas de alto, largo y ancho.

- **Cálculos**

Variación dimensional

$$VD_{LARGO} = \frac{[(L_m - L_p) \times 100\%]}{L_m}$$

$$VD_{ALTURA} = \frac{[(H_m - H_p) \times 100\%]}{H_m}$$

$$VD_{ANCHO} = \frac{[(A_m - A_p) \times 100\%]}{A_m}$$

Donde:

Lm: Longitud de fábrica (cm.)

Lp: Longitud promedio (cm.)

Hm: Altura de fábrica (cm.)

Hp: Altura promedio (cm.)

Am: Ancho de fábrica (cm.)

Ap: Altura promedio (cm.)

3.4.2.2. Medida del alabeo

- **Materiales**

TABLA N° 13: Cuadro de materiales y herramientas usadas en el ensayo de alabeo

Materiales, herramientas y equipos	Descripción
Regla de acero	De marca Stanley, de 30 cm de longitud, graduada y con divisiones de un milímetro.
Cuñas de medición	Cuñas de acero graduada con divisiones desde un extremo de 1 mm. De 60 mm de longitud por 12.5 mm de ancho por 12.5 mm de espesor en un extremo, que va reduciéndose hasta llegar a cero en el otro extremo.
Ladrillos de arcilla	10 unidades de ladrillos Lark tipo IV, de medidas aproximadas de 90 cm x 12.5 cm x 230 cm. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas.

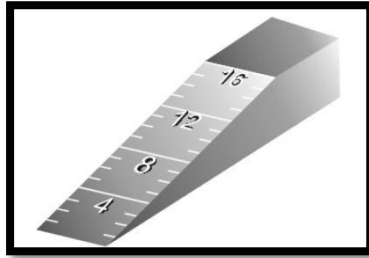
Fuente: Elaboración propia

- **Procedimiento**

A continuación, se describe el ensayo de medida del alabeo realizado a la unidad de albañilería, considerando la NTP 399.613:

- Se seleccionaron 10 unidades de albañilería para ser sometidas al ensayo.
- Con ayuda de una regla metálica de 30 cm de longitud y 2 cuñas de medición se procedió a medir la convexidad y la concavidad de las caras superior e inferior.

FIGURA N° 24: Medidas de cuñas de medición



Fuente: Propia

FIGURA N° 25: Cuñas de medición de alabeo del ladrillo



Fuente: Propia

- Para la medición de la concavidad, se colocó la regla a lo largo de la diagonal de la cara superior e inferior del ladrillo para luego introducir la cuña donde se ubicaba la flecha máxima.

FIGURA N° 26: Proceso de la medida de la concavidad de las unidades de albañilería



Fuente: Propia

- Para la medición de la convexidad, se colocó la regla a lo largo de la diagonal de la cara superior e inferior del ladrillo para luego introducir una cuña en cada vértice.

FIGURA N° 27: Ensayo de medida de convexidad de las unidades de albañilería



Fuente: Propia

- Se obtuvo como respuesta al ensayo, el promedio de los máximos valores de concavidad y convexidad.

3.4.2.3. Medida del área de vacíos

- **Materiales**

TABLA N° 14: Cuadro de materiales y herramientas usadas en el ensayo de porcentaje de vacíos

Materiales, herramientas y equipos	Descripción
Wincha	Cinta métrica marca KAMASA de 10 m, con botón de tranca y gancho cero absoluto.
Badilejo	De 7 pulgadas, para el llenado del agregado fino.
Ladrillos de arcilla	10 unidades de ladrillos Lark tipo IV, de medidas aproximadas de 90 cm x 12.5 cm x 230 cm. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas.
Probeta graduada	Fabricadas en vidrio con una capacidad de 1000 ml. Con pico y una base exagonal. Tiene una altura de 42 cm y un diámetro de 6.5 cm.
Balanza digital	Instrumento de medición del peso de marca AND GP-61K, de 61 kg de capacidad y aproximación de 0.1 gramos.
Cartulina	Superficie dura sobre la cual se coloca el ladrillo y la arena. Con medida mínima de 61 cm x 61 cm
Agregado fino	Muestra de arena gruesa suficiente para alcanzar en 1500 ml de capacidad.
Varilla	Varilla lisa de acero, 600 mm aproximadamente de longitud y con ambos extremos rectos.
Brocha	De 3 pulgadas y cerdas suaves para la limpieza de la arena excedente.

Fuente: Elaboración propia

- **Procedimiento**

A continuación, se describe el ensayo de medida del área de vacíos realizado a la unidad de albañilería, considerando la NTP 399.613:

- Se usaron las mismas 10 unidades de albañilería que fueron usadas para la variación dimensional.
- Se midieron las dimensiones de cada ladrillo con la wincha para el posterior cálculo del volumen de éste.

FIGURA N° 28: Medida de las dimensiones de las unidades de la albañilería



Fuente: Propia

- Se pesó 1500 ml. de arena seca en 2 probetas graduadas de 1000 ml. de capacidad cada una.

FIGURA N° 29: Llenado de probetas de 1000 ml con arena



Fuente: Propia

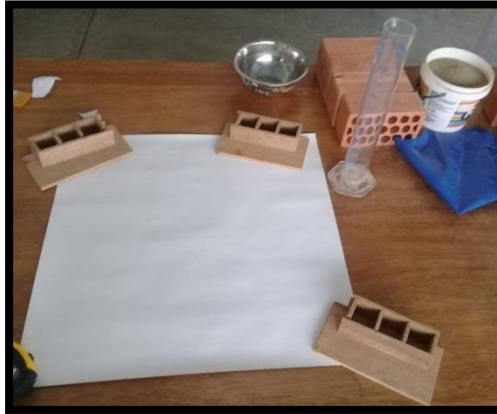
FIGURA N° 30: Peso de probeta graduada de 1000 ml con arena



Fuente: Propia

- Se limpió con una brocha la muestra para limpiarla de partículas adheridas a ella y se colocó sobre una superficie de 70 x 70 cm. (cartulina).

FIGURA N° 31: Área de trabajo para el llenado con arena de las unidades de albañilería



Fuente: Propia

- Se rellenaron los alveolos dejando caer la arena sobre el ladrillo, luego se enrasó con la varilla la superficie de éste y se limpió el exceso de arena con una brocha.

FIGURA N° 33: Llenado de los ladrillos con arena para el cálculo de porcentaje de vacíos



Fuente: Propia

FIGURA N° 32: Limpieza de la arena sobrante en la superficie del ladrillo



Fuente: Propia

- Con mucho cuidado, se levantó el ladrillo permitiendo que la arena caiga sobre la cartulina. Se llevó esta arena a la balanza para pesar y registrar los datos.

FIGURA N° 34: Unidad de albañilería rellena de arena



Fuente: Propia

FIGURA N° 35: Cantidad de arena que cabe en un ladrillo de 18 huecos



Fuente: Propia

- Se repitió este proceso en cada muestra de unidad de albañilería escogida.

- **Cálculos**

- Volumen de arena en los alveolos**

$$V_a = \frac{W_a}{W_o} \times 1500$$

Donde:

W_a : Peso de arena en alveolos (g.)

W_o : Peso de arena en contenida en 1.5 litros (g.)

V_a : Volumen de la arena en alveolos (cm³)

- Volumen del ladrillo**

$$V_L = \text{Largo} \times \text{Altura} \times \text{Ancho}$$

Donde:

V_L : Volumen del ladrillo (cm³)

- Porcentaje de vacíos**

$$\%V = \frac{V_a}{V_L} \times 100$$

Donde:

V_a : Volumen de arena en alveolos (cm^3)

V_L : Volumen del ladrillo (cm^3)

$\%V$: Porcentaje de área de vacíos (%)

3.4.2.4. Absorción

- **Materiales**

TABLA N° 15: Cuadro de materiales y herramientas usadas en el ensayo de cálculo de la absorción

Materiales, herramientas y equipos	Descripción
Balanza digital	Instrumento de medición del peso de marca AND GP-61K, de 61 kg de capacidad y aproximación de 0.1 gramos.
Ladrillos de arcilla	5 unidades de ladrillos Lark tipo IV, de medidas aproximadas de 90 cm x 12.5 cm x 230 cm. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas.
Horno	Marca MEMMERT UF260 con una capacidad de cámara de 240 litros y una temperatura constante de $110^\circ \text{C} \pm 5^\circ \text{C}$. Utilizado para secar las muestras de laboratorio.

Fuente: Elaboración propia

- **Procedimiento**

A continuación, se describe el ensayo de porcentaje de absorción realizado a la unidad de albañilería, considerando la NTP 399.613:

- Se escogieron 5 unidades de albañilería al azar y se dejaron en el horno por 24 horas.

FIGURA N° 36: Proceso de secado en horno de las unidades de albañilería



Fuente: Propia

- Las muestras secas se pesaron la balanza para obtener su peso, después se colocaron en una bandeja con agua para sumergirlas en parcialmente durante 24 horas.

FIGURA N° 37: Obtención del peso de los ladrillos secos



Fuente: Propia

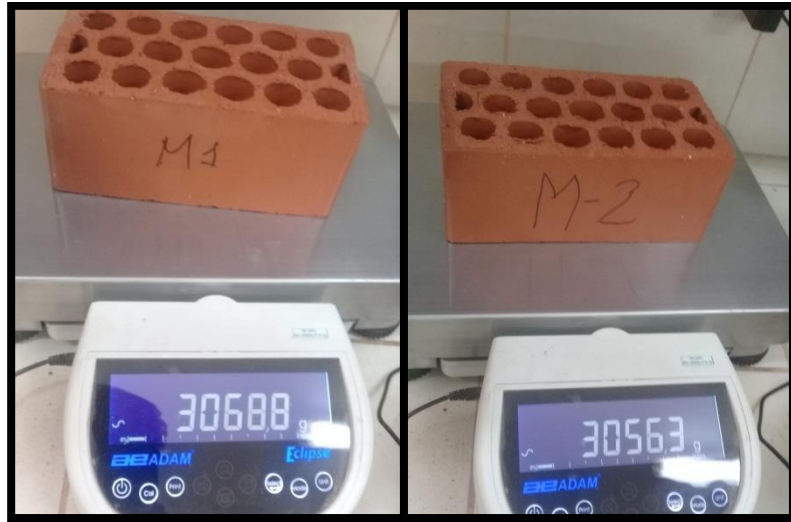
FIGURA N° 38: Sumersión parcial de los ladrillos secos en agua



Fuente: Propia

- Pasado el tiempo, se retiraron las muestras del agua y se limpió el agua superficial y se procedió a pesar el espécimen.

FIGURA N° 39: Obtención del peso de los ladrillos luego de 24 horas parcialmente sumergidos



Fuente: Propia

- Se tomaron apuntes y se procedió al cálculo del porcentaje de absorción.

- **Cálculos**

- **Porcentaje de absorción**

$$\%A = \frac{(W_s - W_d)}{W_d} \times 100$$

Donde:

W_d: Peso del espécimen seco (g.)

W_s: Peso del espécimen saturado, después de sumergirlo parcialmente en agua (g.)

3.4.2.5. Resistencia a la compresión

- **Materiales**

TABLA N° 16: Cuadro de materiales y herramientas usadas en el ensayo de resistencia a la compresión

Materiales, herramientas y equipos	Descripción
Cemento	Marca Pacasmayo tipo Extraforte, de mejor trabajabilidad y para uso en el recapeado de muestras con dosificación 1:2 (yeso:cemento)
Ladrillos de arcilla	5 unidades de ladrillos Lark tipo IV, de medidas aproximadas de 90 cm x 12.5 cm x 230 cm. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas.
Yeso	Bolsa de yeso para construcción de 7 kg marca J.C., color blanco y para uso en el recapeado de muestras con dosificación 1:2 (yeso:cemento)
Wincha	Cinta métrica marca KAMASA de 10 m, con botón de tranca y gancho cero absoluto.
Horno	Marca MEMMERT UF260 con una capacidad de cámara de 240 litros y una temperatura constante de 110° C ± 5° C. Utilizado para secar las muestras de laboratorio.
Badilejo	De 7 pulgadas, para el mezclado de los componentes para el recapeado.
Nivel de aluminio	Marca Stanley de 45.7 cm con 3 gotas (0°,45° y 90°), para determinar si la superficie del recapeado es horizontal.
Placas de acero	Dos placas de acero, la primera de 25.5 cm x 15 cm y se coloca en la parte inferior de la muestra, y la segunda de 17 cm x 30 cm soldada a 2 varillas cruzadas de fierro de 1" que tiene en la parte superior una pequeña placa de acero de 10 cm x 11 cm, esta placa se coloca en la parte superior para disipar la carga sobre todo el ladrillo.
Prensa de concreto	Compresora hidráulica marca ELE de 120 tn de capacidad.

Fuente: Elaboración propia

- **Procedimiento**

A continuación, se describe el ensayo de resistencia a la compresión realizado a la unidad de albañilería, considerando la NTP 399.613:

- Se usaron 5 unidades de albañilería, que fueron colocadas en el horno por 24 horas.
- Una vez secas, se realizó el proceso de recapeado con una dosificación 1:2 (yeso:cemento) en la cara superior e inferior de las muestras para reducir las imperfecciones propias del ladrillo.

FIGURA N° 40: Unidades de albañilería recapeadas



Fuente: Propia

- Con las muestras recapeadas, se hizo uso de la prensa hidráulica para ensayar las muestras sobre su mayor dimensión.
- Las muestras se colocaron lo más centradas posibles, instalando debajo de ellas una placa de acero de 14.5 x 25 cm y encima de ellas una placa de 17 x 30 cm que dispersa la carga puntual de la compresora.
- Se aplicó la carga de manera constante en no menos de un minuto y no más de dos minutos.

FIGURA N° 41: Unidad de albañilería dentro de la prensa hidráulica



Fuente: Propia

- Se calculó el promedio de los resultados de resistencia a la compresión del ladrillo.

- **Cálculos**

- **Resistencia a la compresión del espécimen**

$$F'b = \frac{W}{A}$$

Donde:

W: Máxima carga indicada por la máquina de ensayo (kg)

A: Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen (cm²)

F'b: Resistencia a la compresión del espécimen (kg/cm²)

- **Desviación estándar**

$$DE = \sqrt{\frac{\sum(F'bi - F'bprom)^2}{(n-1)}} ; i = 1, 2, 3, \dots, n$$

Donde:

F'_{bi} : Resistencia a la compresión de un espécimen (kg/cm^2)

$F'_{b_{prom}}$: Resistencia a la compresión promedio de todos los ensayos (kg/cm^2)

DE: Desviación estándar

Resistencia característica

$$F'_{bc} = F'_{b_{prom}} - DE$$

Donde:

$F'_{b_{prom}}$: Resistencia a la compresión promedio de todos los ensayos (kg/cm^2)

DE: Desviación estándar

F'_{bc} : Resistencia a la compresión característica (kg/cm^2)

3.4.3. Ensayos de los prototipos de muros de albañilería

3.4.3.1. Resistencia a la compresión axial

- **Materiales**

TABLA N° 17: Cuadro de materiales y herramientas usadas en el ensayo de resistencia a la compresión axial

Materiales, herramientas y equipos	Descripción
Cemento	Marca Pacasmayo tipo Extraforte, de mejor trabajabilidad, para uso en el mortero de dosificación 1:5 y en el recapeado de muestras con dosificación 1:2 (yeso:cemento)
Ladrillos de arcilla	54 unidades de ladrillos Lark tipo IV, de medidas aproximadas de 90 cm x 12.5 cm x 230 cm. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas.
Yeso	Bolsa de yeso para construcción de 7 kg marca J.C., color blanco y para uso en el recapeado de muestras con dosificación 1:2 (yeso:cemento)
Wincha	Cinta métrica marca KAMASA de 10 m, con botón de tranca y gancho cero absoluto.
Nivel de aluminio	Marca Stanley de 45.7 cm con 3 gotas (0°, 45° y 90°), para determinar si la superficie de las pilas y del recapeado es horizontal.
Placas de acero	Dos placas de acero, la primera de 25.5 cm x 15 cm y se coloca en la parte inferior de la muestra, y la segunda de 17 cm x 30 cm soldada a 2 varillas cruzadas de fierro de 1" que tiene en la parte superior una pequeña placa de acero de 10 cm x 11 cm, esta placa se coloca en la parte superior para disipar la carga sobre todo el ladrillo.
Prensa de concreto	Compresora hidráulica marca ELE de 120 tn de capacidad.
Plancha de batir	Usada para la mezcla de los componentes del mortero y recapeado.
Badilejo	De 7 pulgadas, es usado para la mezcla de los componentes del mortero y recapeado.
Balanza digital	Instrumento de medición del peso de marca AND GP-61K, de 61 kg de capacidad y aproximación de 0.1 gramos.
Massa Dun Dun	Mezcla de polímeros, cargas minerales, agua y aditivos especiales usado para la colocación de ladrillos y bloques.

Fuente: Elaboración propia

- **Nomenclatura de las pilas**

TABLA N° 18: Nomenclatura de las pilas elaboradas con Massa Dun Dun y mortero tradicional

NOMENCLATURA	SIGNIFICADO
P-DD-03-1	Pila elaborada con Massa Dun Dun ensayada al tercer día con 2 cordones de masa
P-DD-03-2	Pila elaborada con Massa Dun Dun ensayada al tercer día con 3 cordones de masa
P-DD-28-1	Pila elaborada con Massa Dun Dun ensayada a los 28 días con 2 cordones de masa
P-DD-28-2	Pila elaborada con Massa Dun Dun ensayada a los 28 días con 3 cordones de masa
P-MT-14-1	Pila elaborada con mortero tradicional ensayada a los 14 días
P-MT-28-1	Pila elaborada con mortero tradicional ensayada a los 28 días

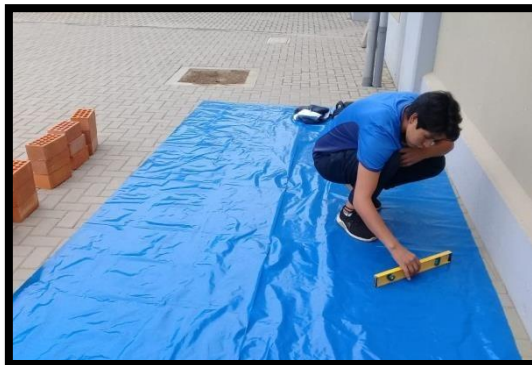
Fuente: Elaboración propia

- **Procedimiento con Massa Dun Dun**

A continuación, se describe el ensayo de resistencia a la compresión axial realizado a prismas de albañilería, considerando la NTP 399.605:

- Se niveló la superficie sobre la cual se construirán las pilas y se limpiaron de impurezas como arena, polvo y partículas de ladrillo con una brocha a las unidades de albañilería.

FIGURA N° 42: Colocación de un plástico protector y nivelación de la superficie



Fuente: Propia

- Se abrió una bolsa de 3 kg. de Massa Dun Dun cortando sobre la línea marcada que vienen en el producto.

FIGURA N° 43: Apertura del sachet de Massa Dun Dun por la línea marcada



Fuente: Propia

- Se comenzó con la aplicación del producto sobre los ladrillos.
- Se trabajaron 2 tipos de muestras, una con 2 líneas y otra con tres líneas de Massa Dun Dun.

FIGURA N° 44: Construcción de las pilas unidas con Massa Dun Dun



Fuente: Propia

FIGURA N° 45: Pilas unidas con 3 cordones de Massa Dun Dun



Fuente: Propia

- La aplicación del producto sobre el ladrillo fue de cordones de masa de 1 centímetro de espesor según recomendación de la marca.
- Para una mejor nivelación, se utilizaron cuñas de madera para mantener un espesor de junta de 3 mm.

- Se terminó la elaboración de una pila luego de asentar 3 unidades de albañilería.

FIGURA N° 46: Pila de albañilería de 3 ladrillos de altura



Fuente: Propia

- Se almacenaron los prismas a una temperatura de $24^{\circ} \text{C} \pm 8^{\circ} \text{C}$ hasta los días que fueron ensayados.
- Se ensayaron 3 prismas con 2 cordones y 3 prismas con 3 cordones de Massa Dun Dun a los 3 días de haberlos construidos.
- Se realizó el proceso de recapeado con una dosificación 1:2 (yeso:cemento) en la cara superior e inferior de los prismas para reducir las imperfecciones propias del ladrillo.

FIGURA N° 47: Pilas unidas con Massa Dun Dun recapeadas



Fuente: Propia

- Se midió el largo y el ancho desde el centro de los bordes de las caras superior e inferior y la altura desde el centro de las caras

laterales del prisma. Se promediaron las medidas de cada dimensión.

- Se hizo uso de la compresora hidráulica para ensayar las pilas, colocándolas entre 2 placas de acero, una de ellas de 14.5 x 25 cm y la otra una placa de 17 x 30 cm que dispersa la carga puntual de la compresora. Se colocaron las muestras lo más centrado posible sobre el plato de carga inferior.

FIGURA N° 48: Placa de acero colocada en la parte inferior de la pila



Fuente: Propia

FIGURA N° 49: Placa de acero colocada en la parte superior de la pila



Fuente: Propia

- Se aplicó la carga de manera constante en no menos de un minuto y no más de dos minutos.

FIGURA N° 50: Forma de falla de pila de albañilería unida con Massa Dun Dun



Fuente: Propia

- Se calculó el promedio de los resultados de resistencia a la compresión axial de los prismas adheridos con Massa Dun Dun.
 - Este proceso se repitió para las pilas adheridas con Massa Dun Dun para la edad de 28 días.
- **Procedimiento con mortero tradicional**

A continuación, se describe el ensayo de resistencia a la compresión axial realizado a prismas de albañilería, considerando la NTP 399.605:

 - Se regaron los ladrillos escogidos para el ensayo durante media hora antes de ser utilizados.
 - Se niveló la superficie sobre la cual se construirán las pilas y se limpiaron de impurezas como arena, polvo y partículas de ladrillo con una brocha a las unidades de albañilería.
 - Se preparó un mortero de dosificación 1:5 (cemento:arena).

FIGURA N° 51: Preparación del mortero de dosificación 1:5



Fuente: Propia

- Se comenzó con el asentado colocando el primer ladrillo y el mortero encima de él, al colocar el segundo ladrillo se presiona ligeramente para permitir una correcta adherencia. De igual forma se trabajó con el tercer ladrillo del prisma.

FIGURA N° 52: Nivelación durante la construcción de las pilas asentadas con mortero tradicional



Fuente: Propia

- Para una mejor nivelación, se utilizaron cuñas de madera para mantener un espesor de junta de 1.5 cm.
- Se terminó la elaboración de una pila luego de asentar 3 unidades de albañilería.

FIGURA N° 53: Pilas de albañilería asentadas con mortero tradicional de 3 ladrillos de altura



Fuente: Propia

- Se almacenaron los prismas a una temperatura de $24^{\circ} \text{C} \pm 8^{\circ} \text{C}$ hasta los días que fueron ensayados.
- Se ensayaron 3 prismas con mortero tradicional a los 14 días de haberlos construidos.
- Se realizó el proceso de recapeado con una dosificación 1:2 (yeso:cemento) en la cara superior e inferior de los prismas para reducir las imperfecciones propias del ladrillo.

FIGURA N° 54: Pilas de albañilería recapeadas



Fuente: Propia

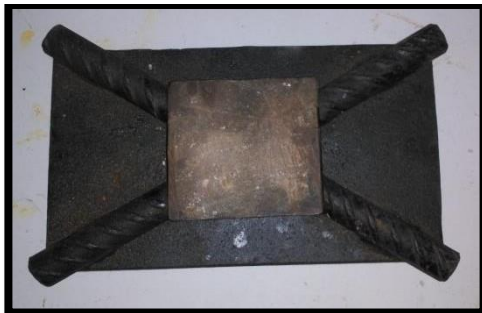
- Se midió el largo y el ancho desde el centro de los bordes de las caras superior e inferior y la altura desde el centro de las caras laterales del prisma. Se promediaron las medidas de cada dimensión.
- Se hizo uso de la compresora hidráulica para ensayar las pilas, colocándolas entre 2 placas de acero y lo más centrado posible sobre el plato de carga inferior.

FIGURA N° 55: Forma de falla de pila de albañilería asentada con mortero tradicional



Fuente: Propia

FIGURA N° 56: Placa de acero para la distribución de la carga sobre la pila



Fuente: Propia

- Se aplicó la carga de manera constante en no menos de un minuto y no más de dos minutos.

FIGURA N° 57: Ensayo de compresión axial mediante la prensa hidráulica



Fuente: Propia

- Se calculó el promedio de los resultados de resistencia a la compresión axial de los prismas adheridos con mortero tradicional.
- Este proceso se repitió para las pilas asentadas con mortero tradicional para la edad de 28 días.

• **Cálculos**

Esbeltez

$$\text{Esbeltez} = \frac{h_p}{t_p}$$

Donde:

h_p : Altura del prisma (cm.)

t_p : Menor medida lateral del prisma (cm.)

Factor de corrección por esbeltez

TABLA N° 19: Valores para la corrección por esbeltez

h_p/t_p^A	1,3	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
Factor de corrección	0,75	0,86	1,0	1,04	1,07	1,15	1,22

(A) h_p/t_p : Relación de la altura del prisma y las medidas menores laterales del prisma

Fuente: NTP 399.605

Factor de corrección por edad

TABLA N° 20: Valores de incremento de resistencia para la corrección por edad

	Edad	14 días	21 días
Muretes	Ladrillos de arcilla	1,15	1,05
	Bloques de concreto	1,25	1,05
Pilas	Ladrillos de arcilla y bloques de concreto	1,10	1,00

Fuente: R.N.E. E.070

Resistencia a la compresión

$$F'm = \frac{P}{A} \times t$$

Donde:

P: Carga máxima de falla indicada por la máquina de ensayo (kg)

A: Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen (cm²)

t: Esbeltez

F'm: Resistencia a la compresión (kg/cm²)

Desviación estándar

$$DE = \sqrt{\frac{\sum(F'm_i - F'm_{prom})^2}{(n-1)}} ; i = 1, 2, 3, \dots, n$$

Donde:

F'm_i: Resistencia a la compresión de un espécimen (kg/cm²)

F'm_{prom}: Resistencia a la compresión promedio de todos los ensayos (kg/cm²)

DE: Desviación estándar

Resistencia característica

$$F'_{mc} = F'_{m_{prom}} - DE$$

Donde:

$F'_{m_{prom}}$: Resistencia a la compresión promedio de todos los ensayos (kg/cm^2)

DE: Desviación estándar

F'_{mc} : Resistencia a la compresión característica (kg/cm^2)

3.4.3.2. Resistencia a la compresión diagonal

- **Materiales**

TABLA N° 21: Cuadro de materiales y herramientas usadas en la resistencia a la compresión diagonal

Materiales, herramientas y equipos	Descripción
Cemento	Marca Pacasmayo tipo Extraforte, de mejor trabajabilidad, para uso en el mortero de dosificación 1:5 y en el recapeado de muestras con dosificación 1:2 (yeso:cemento)
Ladrillos de arcilla	460 unidades de ladrillos Lark tipo IV, de medidas aproximadas de 90 cm x 12.5 cm x 230 cm. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas.
Yeso	Bolsa de yeso para construcción de 7 kg marca J.C., color blanco y para uso en el recapeado de muestras con dosificación 1:2 (yeso:cemento)
Wincha	Cinta métrica marca KAMASA de 10 m, con botón de tranca y gancho cero absoluto.
Nivel de aluminio	Marca Stanley de 45.7 cm con 3 gotas (0°, 45° y 90°), para determinar si la superficie de los muretes y del recapeado es horizontal.
Placas de acero	Dos placas de acero, la primera de 25.5 cm x 15 cm y se coloca en la parte inferior de la muestra, y la segunda de 17 cm x 30 cm soldada a 2 varillas cruzadas de fierro de 1" que tiene en la parte superior una pequeña placa de acero de 10 cm x 11 cm, esta placa se coloca en la parte superior para disipar la carga sobre todo el ladrillo.
Gata hidráulica invertida	De una capacidad de 20 tn, es colocada en la parte superior del marco de compresión y permite ejercer la cantidad de carga necesaria para que la muestra falle por tracción diagonal.
Marco de compresión	Estructura de acero de 1.53 m de altura, 0.86 m de largo y 0.30 m de espesor con una barra de acero que funciona de base de 1.60 m de longitud y un espesor de 0.17 m.
Badilejo	De 7 pulgadas, es usado para la mezcla de los componentes del mortero y recapeado.
Balanza digital	Instrumento de medición del peso de marca AND GP-61K, de 61 kg de capacidad y aproximación de 0.1 gramos.
Massa Dun Dun	Mezcla de polímeros, cargas minerales, agua y aditivos especiales usado para la colocación de ladrillos y bloques.

Fuente: Elaboración propia

- **Nomenclatura de los muretes**

TABLA N° 22: Nomenclatura de los muretes elaborados con Massa Dun Dun y mortero tradicional

NOMENCLATURA	SIGNIFICADO
M-DD-03-1	Murete elaborado con Massa Dun Dun ensayado al tercer día con 2 cordones de masa
M-DD-03-2	Murete elaborado con Massa Dun Dun ensayado al tercer día con 3 cordones de masa
M-DD-03-3	Murete elaborado con Massa Dun Dun ensayado al tercer día con 2 cordones de masa en JV y JH
M-DD-28-1	Murete elaborado con Massa Dun Dun ensayado a los 28 días con 2 cordones de masa
M-DD-28-2	Murete elaborado con Massa Dun Dun ensayado a los 28 días con 3 cordones de masa
M-DD-28-3	Murete elaborado con Massa Dun Dun ensayado a los 28 días con 2 cordones de masa en JV y JH
M-MT-14-1	Murete elaborado con mortero tradicional ensayado a los 14 días
M-MT-28-1	Murete elaborado con mortero tradicional ensayado a los 28 días

Fuente: Elaboración propia

- **Procedimiento con Massa Dun Dun**

A continuación, se describe el ensayo de resistencia a la compresión diagonal realizado a prototipos de muros de albañilería, considerando la NTP 399.621:

- Se niveló la superficie sobre la cual se construirán los muretes y se limpiaron de impurezas como arena, polvo y partículas de ladrillo con una brocha a las unidades de albañilería.

FIGURA N° 58: Limpieza de las unidades de albañilería antes de la colocación del producto



Fuente: Propia

- Se abrió una bolsa de 3 kg. de Massa Dun Dun cortando sobre la línea marcada que vienen en el producto.
- Se comenzó con la aplicación del producto sobre los ladrillos.
- Se trabajaron 3 tipos de muestras, con dos líneas en la junta horizontal, con tres líneas en la junta horizontal y con 2 líneas en la junta horizontal y vertical.

FIGURA N° 59: Elaboración de los muretes con 2 cordones de masa (izquierda), 3 cordones de masa (centro) y 2 cordones en la junta vertical y horizontal (derecha)



Fuente: Propia

- La aplicación del producto sobre el ladrillo fue de cordones de masa de aproximadamente 1 centímetro de espesor según recomendación de la marca.
- Se colocaron dos ladrillos y medio aproximadamente por hilada y tuvo una altura en la cual alcanzaron 7 hiladas.
- Para una mejor nivelación, se utilizaron cuñas de madera para mantener un espesor de junta de 3 mm., además, se dejó un espacio de tres milímetros entre ladrillos en los muretes en los que no se aplicó junta vertical.
- Se almacenaron los muretes a una temperatura de $24^{\circ} \text{C} \pm 8^{\circ} \text{C}$ hasta los días que fueron ensayados.

FIGURA N° 60: Nivelación de los muretes unidos con Massa Dun Dun



Fuente: Propia

- Se ensayaron tres muretes con dos cordones, tres muretes con tres cordones y tres muretes con dos cordones en la junta vertical y horizontal a los 3 días de haberlos construidos.
- Se elaboró un mortero de dosificación 1:3 (cemento:arena) y se rellenaron las unidades de albañilería que estuvieron en contacto con las escuadras de carga.

FIGURA N° 61: Esquina de muretes rellenos de un mortero de dosificación 1:3



Fuente: Propia

- Se realizó el proceso de recapeado con una dosificación 1:2 (yeso:cemento) en las caras que estuvieron en contacto con las escuadras de carga para reducir las imperfecciones propias del ladrillo.

FIGURA N° 62: Preparación de la mezcla de dosificación 1:2 para el recapeado de los muretes



Fuente: Propia

FIGURA N° 63: Recapeado de los muretes unidos con Massa Dun Dun



Fuente: Propia

- Se midió el largo, el ancho y la altura para el procesamiento de datos.
- Se hizo uso de un marco de compresión equipado con una gata hidráulica invertida de 20 toneladas para ensayar los muretes, colocándolos entre 2 escuadras de carga y lo más centrado posible a la gata para la correcta aplicación de la carga.

FIGURA N° 64: Instalación de la gata hidráulica invertida en el marco de compresión



Fuente: Propia

FIGURA N° 65: Instalación del murete y escuadras de carga



Fuente: Propia

- Se aplicó la carga de manera constante hasta alcanzar la carga última.

FIGURA N° 66: Aplicación de la carga constante mediante la gata hidráulica



Fuente: Propia

- Se calculó el promedio de los resultados de resistencia a la compresión diagonal de los muretes adheridos con Massa Dun Dun.
- Este proceso se repitió para los muretes adheridos con Massa Dun Dun para la edad de 28 días.
- **Procedimiento con mortero tradicional**

A continuación, se describe el ensayo de resistencia a la compresión diagonal realizado a prototipos de muros de albañilería, considerando la NTP 399.621:

 - Se regaron los ladrillos escogidos para el ensayo durante media hora antes de ser utilizados.
 - Se niveló la superficie sobre la cual se construirán los muretes y se limpiaron de impurezas como arena, polvo y partículas de ladrillo con una brocha a las unidades de albañilería.
 - Se preparó un mortero de dosificación 1:5 (cemento:arena).

FIGURA N° 67: Preparación del mortero 1:5 y asentado de las unidades de albañilería



Fuente: Propia

- Se comenzó con la colocación de los ladrillos a los extremos de la primera hilada, posteriormente se hizo uso de un cordel entre los ladrillos que garantizó la alineación de estos.
- Se colocaron dos ladrillos y medio aproximadamente por hilada y tuvo una altura en la cual alcanzaron 6 hiladas.

FIGURA N° 68: Asentado de las unidades de albañilería con mortero tradicional



Fuente: Propia

- La colocación de mortero en la junta vertical fue realizada con ayuda de un badilejo, cuidando que la mezcla no caiga al suelo.
- Para una mejor nivelación, se utilizaron cuñas de madera para mantener un espesor de junta de 1.5 cm.

FIGURA N° 69: Uso de cuñas para mantener una junta constante de 1.5 cm



Fuente: Propia

- Para la colocación de la segunda hilada, se coloca el mortero y se asienta el ladrillo moviendo y presionando ligeramente. Se continúa con el uso de cordel de alineación y también de una plomada para verificar la verticalidad del murete hasta la última hilada.
- Se almacenaron los muretes a una temperatura de $24^{\circ} \text{C} \pm 8^{\circ} \text{C}$ hasta los días que fueron ensayados.
- Se ensayaron 3 muretes con mortero tradicional a los 14 días de haberlos construidos.
- Se elaboró un mortero de dosificación 1:3 (cemento:arena) y se rellenaron las unidades de albañilería que estuvieron en contacto con las escuadras de carga.

FIGURA N° 70: Proceso de relleno de las esquinas de los muretes con un mortero de dosificación 1:3



Fuente: Propia

- Se realizó el proceso de recapeado con una dosificación 1:2 (yeso:cemento) en las caras que estuvieron en contacto con las escuadras de carga para reducir las imperfecciones propias del ladrillo.

FIGURA N° 71: Recapeo de las caras de la esquina en contacto con las escuadras de carga

FIGURA N° 72: Preparación de la mezcla para el recapeado de dosificación 1:2 (yeso:cemento)



Fuente: Propia



Fuente: Propia

- Se midió el largo, el ancho y la altura para el procesamiento de datos.

FIGURA N° 73: Obtención de las dimensiones de los muretes de albañilería asentados con mortero tradicional



Fuente: Propia

- Se hizo uso de un marco de compresión equipado con una gata hidráulica invertida de 20 toneladas para ensayar los muretes, colocándolos entre 2 escuadras de carga y lo más centrado posible a la gata para la correcta aplicación de la carga.

FIGURA N° 74: Instalación de los muretes con mortero tradicional en el marco de compresión



Fuente: Propia

- Se aplicó la carga de manera constante hasta alcanzar la carga última.

FIGURA N° 75: Forma de falla del murete de albañilería asentado con mortero tradicional



Fuente: Propia

- Se calculó el promedio de los resultados de resistencia a la compresión diagonal de los muretes adheridos con mortero tradicional de dosificación 1:5.
- Este proceso se repitió para los muretes adheridos con mortero tradicional para la edad de 28 días.

- **Cálculos**

Resistencia a la compresión diagonal

$$V'm = 0.707 \times \frac{P}{A_b}$$

Donde:

P: Carga aplicada (kg.)

V'm: Esfuerzo cortante sobre el área bruta (kg/cm²)

A_b: Área bruta del espécimen, calculada como sigue:

$$A_b = \frac{l+h}{2} \times t$$

Donde:

l: Largo del murete (cm.)

h: Altura del murete (cm.)

t: Espesor total del murete (cm.)

Desviación estándar

$$DE = \sqrt{\frac{\sum(V'm_i - V'm_{prom})^2}{(n-1)}}; i = 1, 2, 3, \dots, n$$

Donde:

V'm_i: Resistencia a la compresión de un espécimen (kg/cm²)

V'm_{prom}: Resistencia a la compresión promedio de todos los ensayos (kg/cm²)

DE: Desviación estándar

Resistencia característica

$$V'm_c = V'm_{prom} - DE$$

Donde:

V'm_{prom}: Resistencia a la compresión diagonal promedio de todos los ensayos (kg/cm²)

DE: Desviación estándar

V'mc: Resistencia a la compresión diagonal característica
(kg/cm²)

3.5. Procesamiento y análisis de datos

3.5.1. Ensayos de agregado fino

3.5.1.1. Análisis granulométrico

TABLA N° 23: Resultado del ensayo de análisis granulométrico de la arena gruesa

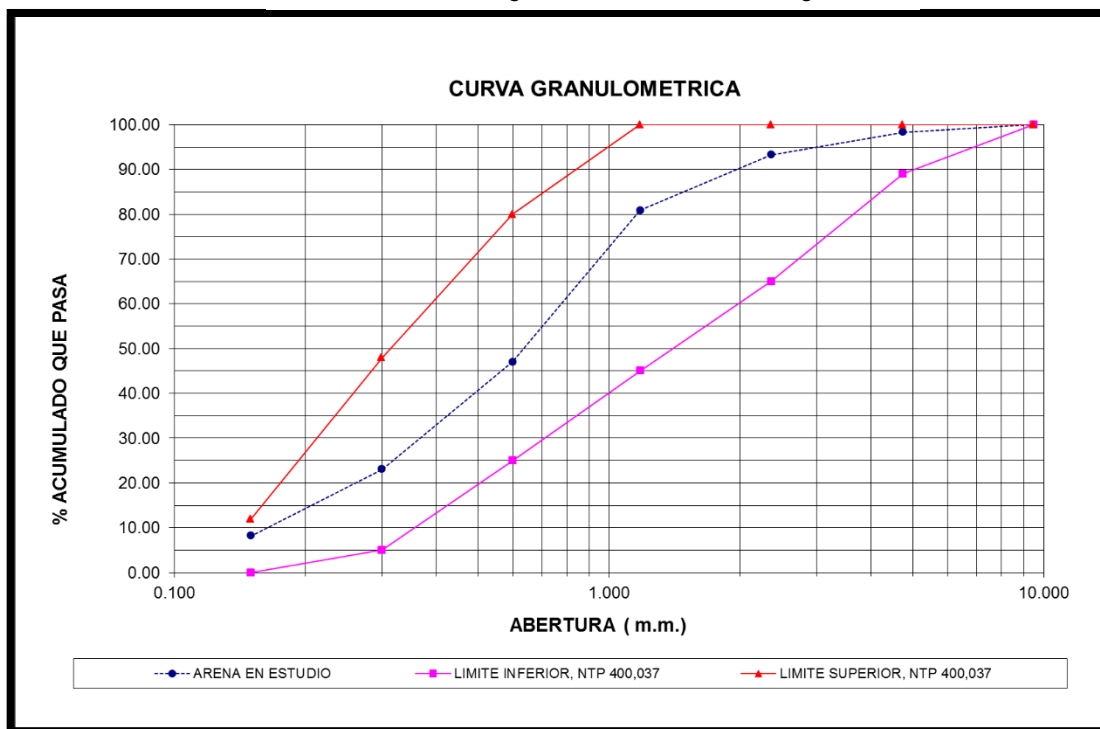
Tamiz	Abertura Tamiz (mm)	Peso Retenido (g.)	% Peso Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.75	38.90	1.07	1.07	98.93
N° 8	2.36	208.00	5.70	6.77	93.23
N° 16	1.18	450.00	12.34	19.10	80.90
N° 30	0.60	1236.60	33.90	53.00	47.00
N° 50	0.30	873.40	23.94	76.94	23.06
N° 100	0.15	541.80	14.85	91.79	8.21
Fondo		299.40	8.21	100.00	0.00
Total		3648.10	100.00		

Fuente: Elaboración propia

$$M.F. = \frac{\Sigma (\% \text{Peso Retenido})}{100}$$

$$M.F. = 2.49$$

FIGURA N° 76: Curva granulométrica de la arena gruesa



Fuente: Elaboración propia

3.5.1.2. Peso unitario del agregado fino

- **Peso unitario suelto (P.U.S.)**

TABLA N° 24: Resultados del ensayo de P.U.S. de la arena gruesa

Descripción	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Unidad
Peso de Muestra (W_m) + Peso de Recipiente (W_r)	6.5172	6.5633	6.5296	kg
Peso de Recipiente (W_R)	1.6362	1.6362	1.6362	kg
Peso de Muestra (W_m)	4.8810	4.9271	4.8934	kg
Voumen del Recipiente	0.0028	0.0028	0.0028	m ³
Peso Unitario Suelto (P.U.S.)	1743.21	1759.68	1747.64	kg/m ³
Promedio		1750.18		kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

- **Peso unitario compactado (P.U.C.)**

TABLA N° 25: Resultados del ensayo de P.U.C. de la arena gruesa

Descripción	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Unidad
Peso de Muestra (W_m) + Peso de Recipiente (W_r)	6.7567	6.7437	6.7849	kg
Peso de Recipiente (W_r)	1.6362	1.6362	1.6362	kg
Peso de Muestra (W_m)	5.1205	5.1075	5.1487	kg
Volumen del Recipiente	0.0028	0.0028	0.0028	m ³
Peso Unitario Compactado (P.U.C.)	1828.75	1824.11	1838.82	kg/m ³
Promedio		1830.56		kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

3.5.1.3. Contenido de humedad del agregado fino

TABLA N° 26: Resultados del ensayo de contenido de humedad de la arena gruesa

Descripción	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Unidad
Masa de la Muestra Original (W_m)	500.00	500.00	500.00	g
Masa de la Muestra Seca (W_{ms})	494.57	493.36	494.02	g
Contenido Total de Humedad (%H)	1.10	1.35	1.21	%
Promedio		1.22		%

Fuente: Elaboración propia

3.5.1.4. Peso específico y porcentaje de absorción

TABLA N° 27: Resultados del ensayo de peso específico y porcentaje de absorción de la arena gruesa

Descripción	Resultados	Unidad
Peso de Muestra SSS (W_{mSSS})	500.00	g.
Peso de Muestra SSS + Peso de Frasco + Peso de Agua	1638.30	g.
Peso del Recipiente	376.90	g.
Peso del Agua (V_w)	761.40	g.
Peso de la arena seca al horno (W_m)	495.80	g.
Volumen del Recipiente (V_r)	944.60	cm ³
Peso específico de masa (P_e)	2.71	g/cm ³
Peso específico de masa S.S.S. (P_{eSSS})	2.73	g/cm ³
Peso Específico Aparente (P_{ea})	2.77	g/cm ³
Porcentaje de Absorción (%A)	0.85	%

Fuente: Elaboración propia

3.5.2. Ensayos de las unidades de albañilería

3.5.2.1. Variación dimensional

TABLA N° 28: Dimensiones del ladrillo para la variación dimensional

	LONGITUD (cm)		ALTURA (cm)		ANCHO (cm)	
M1	L1 =	23.0	H1 =	9.2	A1 =	12.7
	L2 =	23.2	H2 =	9.2	A2 =	12.5
	L3 =	23.2	H3 =	9.1	A3 =	12.7
	L4 =	23.2	H4 =	9.1	A4 =	12.7
M2	L1 =	23.0	H1 =	8.8	A1 =	12.6
	L2 =	23.2	H2 =	9.0	A2 =	12.5
	L3 =	23.1	H3 =	8.9	A3 =	12.6
	L4 =	23.2	H4 =	8.9	A4 =	12.6
M3	L1 =	23.1	H1 =	9.4	A1 =	12.5
	L2 =	23.2	H2 =	9.1	A2 =	12.5
	L3 =	23.0	H3 =	9.1	A3 =	12.4
	L4 =	23.2	H4 =	9.1	A4 =	12.4
M4	L1 =	22.9	H1 =	9.2	A1 =	12.6
	L2 =	23.0	H2 =	9.1	A2 =	12.5
	L3 =	23.1	H3 =	9.1	A3 =	12.6
	L4 =	23.1	H4 =	9.1	A4 =	12.6
M5	L1 =	23.0	H1 =	9.1	A1 =	12.6
	L2 =	23.1	H2 =	9.1	A2 =	12.5
	L3 =	23.1	H3 =	9.0	A3 =	12.6
	L4 =	23.1	H4 =	9.0	A4 =	12.5
M6	L1 =	22.9	H1 =	9.2	A1 =	12.6
	L2 =	23.2	H2 =	9.1	A2 =	12.5
	L3 =	23.1	H3 =	9.1	A3 =	12.5
	L4 =	23.2	H4 =	9.1	A4 =	12.5
M7	L1 =	23.1	H1 =	9.2	A1 =	12.4
	L2 =	23.1	H2 =	9.4	A2 =	12.4
	L3 =	23.0	H3 =	9.2	A3 =	12.4
	L4 =	23.2	H4 =	9.2	A4 =	12.6
M8	L1 =	23.0	H1 =	8.9	A1 =	12.6
	L2 =	23.2	H2 =	8.8	A2 =	12.5
	L3 =	23.1	H3 =	9.0	A3 =	12.6
	L4 =	23.1	H4 =	8.9	A4 =	12.5
M9	L1 =	22.9	H1 =	8.9	A1 =	12.6
	L2 =	23.0	H2 =	9.0	A2 =	12.5
	L3 =	23.0	H3 =	9.1	A3 =	12.6
	L4 =	23.2	H4 =	9.1	A4 =	12.5
M10	L1 =	22.9	H1 =	9.2	A1 =	12.4
	L2 =	23.0	H2 =	9.1	A2 =	12.5
	L3 =	22.9	H3 =	9.1	A3 =	12.3
	L4 =	23.1	H4 =	9.3	A4 =	12.5

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 29: Cálculo de la variación dimensional para cada dimensión del ladrillo

Muestra	Largo Promedio Lp (cm)	Altura Promedio Hp (cm)	Ancho Promedio Ap (cm)	VD Largo (%)	VD Altura (%)	VD Ancho (%)
M1	23.15	9.15	12.65	-0.65	-1.67	-1.20
M2	23.13	8.90	12.58	-0.54	1.11	-0.60
M3	23.13	9.18	12.45	-0.54	-1.94	0.40
M4	23.03	9.13	12.58	-0.11	-1.39	-0.60
M5	23.08	9.05	12.55	-0.33	-0.56	-0.40
M6	23.10	9.13	12.53	-0.43	-1.39	-0.20
M7	23.10	9.25	12.45	-0.43	-2.78	0.40
M8	23.10	8.90	12.55	-0.43	1.11	-0.40
M9	23.03	9.03	12.55	-0.11	-0.28	-0.40
M10	22.98	9.18	12.43	0.11	-1.94	0.60

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 31: Medidas de fábrica del ladrillo

LADRILLO KING KONG 18 HUECOS		
L (cm)	A (cm)	H (cm)
23.0	12.5	9.0

Fuente: Ficha técnica del ladrillo

TABLA N° 30: Porcentajes de variación más desfavorable para cada dimensión

PROMEDIO	%	VD más desfavorable (%)
VD Largo (+)	0.11	0.40
VD Largo (-)	0.40	
VD Altura (+)	1.11	1.49
VD Altura (-)	1.49	
VD Ancho (+)	0.47	0.54
VD Ancho (-)	0.54	

Fuente: Elaboración propia

3.5.2.2. Medida del alabeo

TABLA N° 32: Resultados del ensayo de alabeo

Muestra	Concavidad Máxima (mm)		Convexidad Máxima (mm)			Máximo Valor (mm)
	Superior	Inferior	Superior	Inferior		
M1	0	2	0.5	0	0	2
M2	0	1	0	1	0	1
M3	0	3	0	0	0	3
M4	2	2	0	0	0	2
M5	1	0	1	0	0	1
M6	6	2	0	0	0	6
M7	7	0	0	0	0	7
M8	2	0	0	0	1	2
M9	0.5	4	0	0	0	4
M10	1	0	0	0	2	2
Promedio (mm)						3

Fuente: Elaboración propia

3.5.2.3. Medida del área de vacíos

TABLA N° 33: Resultados del ensayo de porcentaje de vacíos del ladrillo

Muestra	Largo (cm)	Altura (cm)	Ancho (cm)	Peso de Arena en 1.5 L (g.)	Peso de Arena en Alveolos (g.)	Volumen de Arena (cm ³)	Volumen del ladrillo (cm ³)	Porcentaje de Vacíos (%)
M1	23.15	9.15	12.65	2176.10	1781.00	1227.65	2679.55	45.82
M2	23.13	8.90	12.58	2176.10	1756.20	1210.56	2588.09	46.77
M3	23.13	9.18	12.45	2176.10	1753.20	1208.49	2641.54	45.75
M4	23.03	9.13	12.58	2176.10	1697.10	1169.82	2642.05	44.28
M5	23.08	9.05	12.55	2176.10	1730.00	1192.50	2620.80	45.50
M6	23.10	9.13	12.53	2176.10	1729.70	1192.29	2640.11	45.16
M7	23.10	9.24	12.45	2176.10	1713.90	1181.40	2656.66	44.47
M8	23.10	8.90	12.55	2176.10	1699.00	1171.13	2580.15	45.39
M9	23.03	9.03	12.55	2176.10	1748.70	1205.39	2607.90	46.22
M10	22.98	9.18	12.43	2176.10	1749.40	1205.87	2619.14	46.04
Promedio								45.54
Desviación Estándar								0.76
Coefficiente de Variación								1.68

Fuente: Elaboración propia

3.5.2.4. Absorción

TABLA N° 34: Resultados del ensayo de porcentaje de absorción del ladrillo

Muestra	Peso Muestra Seca (g.)	Peso Especimen Saturado (g.)	Porcentaje de Absorción (%)
M1	2770.60	3068.80	10.76
M2	2788.60	3056.30	9.60
M3	2767.80	3051.90	10.26
M4	2709.30	2976.60	9.87
M5	2766.90	3035.90	9.72
		Promedio	10.04
		Desviación Estándar	0.47
		C.V.	4.72

Fuente: Elaboración propia

3.5.2.5. Resistencia a la compresión

TABLA N° 35: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo

Muestra	Largo Promedio Lp (cm)	Altura Promedio Hp (cm)	Ancho Promedio Ap (cm)	Área (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)
M1	23.30	9.55	12.65	294.75	29889.50	101.41
M2	23.20	9.40	12.40	287.68	36428.30	126.63
M3	23.20	9.40	12.40	287.68	31331.60	108.91
M4	23.20	9.15	12.65	293.48	38568.00	131.42
M5	23.15	9.30	12.55	290.53	33529.80	115.41
Promedio						116.75
Desviacion Estandar						12.36
C.V.						10.59
f'b característica						104.39

Fuente: Elaboración propia

3.5.3. Ensayo de los prototipos de muros de albañilería

3.5.3.1. Resistencia a la compresión axial

- Con Massa Dun Dun

TABLA N° 36: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería con Massa Dun Dun

Tipo de muestra	Día de ensayo	Largo Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Ancho Promedio (cm)	Área Bruta (cm ²)	Esbeltez	F.C. por Esbeltez	F.C. por Edad	Carga (kgf)	F'm (kgf/cm ²)
P - DD - 03 - 1	3	22.70	28.80	12.30	279.21	2.34	1.03	-	1868.00	6.87
P - DD - 03 - 1	3	22.98	29.23	12.38	284.49	2.36	1.03	-	2000.00	7.23
P - DD - 03 - 1	3	22.85	29.30	12.30	281.06	2.38	1.03	-	2860.00	10.49
P - DD - 03 - 2	3	23.03	29.28	12.38	285.11	2.37	1.03	-	3600.00	13.00
P - DD - 03 - 2	3	22.98	28.80	12.33	283.34	2.34	1.03	-	5688.00	20.61
P - DD - 03 - 2	3	22.85	28.70	12.38	282.88	2.32	1.03	-	4356.00	15.79
P - DD - 28 - 1	28	23.28	28.25	12.63	293.85	2.24	1.02	1	3623.60	12.57
P - DD - 28 - 1	28	22.98	28.33	12.43	285.46	2.28	1.02	1	5126.20	18.36
P - DD - 28 - 1	28	23.03	28.05	12.30	283.21	2.28	1.02	1	4470.00	16.14
P - DD - 28 - 2	28	23.08	28.30	12.35	284.98	2.29	1.02	1	4797.60	17.23
P - DD - 28 - 2	28	22.88	27.93	12.35	282.51	2.26	1.02	1	6623.20	23.93
P - DD - 28 - 2	28	22.90	27.98	12.23	279.95	2.29	1.02	1	7253.20	26.51

Fuente: Elaboración propia

- **Con mortero tradicional**

TABLA N° 37: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería con mortero tradicional

Tipo de muestra	Día de ensayo	Largo Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Ancho Promedio (cm)	Area Bruta (cm ²)	Esbeltez	F.C. por Esbeltez	F.C. por Edad	Carga (kgf)	F'm (kgf/cm ²)
P - MT - 14 - 1	14	22.60	30.98	12.40	280.24	2.50	1.04	1.10	16563.70	61.46
P - MT - 14 - 1	14	22.95	31.20	12.53	287.56	2.49	1.04	1.10	17823.30	64.41
P - MT - 14 - 1	14	23.05	31.10	12.60	290.43	2.47	1.04	1.10	16480.40	58.87
P - MT - 28 - 1	28	23.03	31.05	12.33	283.78	2.52	1.04	1	17943.50	65.83
P - MT - 28 - 1	28	23.18	31.13	12.58	291.43	2.48	1.04	1	18844.60	67.12
P - MT - 28 - 1	28	22.98	30.55	12.30	282.59	2.48	1.04	1	19122.70	70.29

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 38: Resumen de resultados del ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería

Tipo de adherente	Nº de días	Tipo de muestra	Área bruta (cm ²)	Carga (kgf)	F'm (kg/cm ²)	Promedio	DE	F'm característico (kg/cm ²)
Masa Dun Dun	3	P - DD - 03 - 1	279.21	1868.00	6.87	8.20	1.99	6.21
			284.49	2000.00	7.23			
			281.06	2860.00	10.49			
		P - DD - 03 - 2	285.11	3600.00	13.00			
			283.34	5688.00	20.61			
			282.88	4356.00	15.79			
	28	P - DD - 28 - 1	293.85	3623.60	12.57	15.69	2.92	12.76
			285.46	5126.20	18.36			
			283.21	4470.00	16.14			
		P - DD - 28 - 2	284.98	4797.60	17.23			
			282.51	6623.20	23.93			
			279.95	7253.20	26.51			
Mortero tradicional	14	P - MT - 14 - 1	280.24	16563.70	61.46	61.58	2.77	58.81
			287.56	17823.30	64.41			
			290.43	16480.40	58.87			
	28	P - MT - 28 - 1	283.78	17943.50	65.83			
			291.43	18844.60	67.12			
			282.59	19122.70	70.29			

Fuente: Elaboración propia

3.5.3.2. Resistencia a la compresión diagonal

- Con Massa Dun Dun

TABLA N° 39: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería con Massa Dun Dun

Tipo de muestra	Día de ensayo	Largo Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Ancho Promedio (cm)	Presion en PSI	Presión en kg/cm ²	Área de Pistón de Gata (cm ²)	Carga (kg)
M - DD - 03 - 1	3	60.45	63.50	12.38	1000	70.31	23.76	1670.38
M - DD - 03 - 1	3	60.50	63.45	12.63	1000	70.31	23.76	1670.38
M - DD - 03 - 1	3	60.40	63.48	12.50	1200	84.37	23.76	2004.45
M - DD - 03 - 2	3	60.45	63.48	12.50	1200	84.37	23.76	2004.45
M - DD - 03 - 2	3	60.50	63.55	12.53	1200	84.37	23.76	2004.45
M - DD - 03 - 2	3	60.53	64.40	12.50	1100	77.34	23.76	1837.42
M - DD - 03 - 3	3	60.38	63.55	12.53	1400	98.43	23.76	2338.53
M - DD - 03 - 3	3	60.48	64.38	12.43	1500	105.46	23.76	2505.57
M - DD - 03 - 3	3	60.55	63.43	12.43	1200	84.37	23.76	2004.45
M - DD - 28 - 1	28	60.53	63.48	12.60	1200	84.37	23.76	2004.45
M - DD - 28 - 1	28	60.45	63.45	12.38	1200	84.37	23.76	2004.45
M - DD - 28 - 1	28	60.48	63.53	12.43	1600	112.49	23.76	2672.61
M - DD - 28 - 2	28	60.50	63.38	12.48	1200	84.37	23.76	2004.45
M - DD - 28 - 2	28	60.45	63.40	12.53	1500	105.46	23.76	2505.57
M - DD - 28 - 2	28	60.43	63.50	12.48	1400	98.43	23.76	2338.53
M - DD - 28 - 3	28	60.58	63.43	12.48	1700	119.52	23.76	2839.64
M - DD - 28 - 3	28	60.53	63.55	12.55	2200	154.68	23.76	3674.83
M - DD - 28 - 3	28	60.53	63.35	12.53	2100	147.65	23.76	3507.79

Fuente: Elaboración propia

- **Con mortero tradicional**

TABLA N° 40: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería con mortero tradicional

Tipo de muestra	Día de ensayo	Largo Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Ancho Promedio (cm)	Presión en PSI	Presión en kg/cm²	Área de Pistón de Gata (cm²)	Carga (kg)
M - MT - 14 - 1	14	60.75	61.98	12.28	5400	379.66	23.76	9020.04
M - MT - 14 - 1	14	60.70	61.80	12.28	4200	295.29	23.76	7015.59
M - MT - 14 - 1	14	60.53	61.63	12.55	5200	365.60	23.76	8685.97
M - MT - 28 - 1	28	60.55	61.58	12.43	4900	344.51	23.76	8184.85
M - MT - 28 - 1	28	60.55	61.55	12.50	5600	393.72	23.76	9354.12
M - MT - 28 - 1	28	60.70	61.65	12.45	5800	407.78	23.76	9688.20

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 41: Resumen de resultados del ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería

Tipo de adherente	N° de días	Tipo de muestra	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	V'm (kg/cm ²)	Promedio	DE	V'm característico (kg/cm ²)	
Massa Dun Dun	3	M - DD - 03 - 1	767.25	1670.38	1.54	1.63	0.18	1.45	
			782.74	1670.38	1.51				
			774.25	2004.45	1.83				
	3	M - DD - 03 - 2	774.56	2004.45	1.83	1.77	0.09	1.68	
			777.17	2004.45	1.82				
			780.81	1837.42	1.66				
	3	M - DD - 03 - 3	776.42	2338.53	2.13	2.08	0.23	1.86	
			776.00	2505.57	2.28				
			770.54	2004.45	1.84				
	28	M - DD - 28 - 1	781.26	2004.45	1.81	2.04	0.36	1.76	
			766.94	2004.45	1.85				
			770.72	2672.61	2.45				
		28	M - DD - 28 - 2	773.01	2004.45	1.83	2.08	0.23	1.95
				775.92	2505.57	2.28			
				773.32	2338.53	2.14			
28	M - DD - 28 - 3	773.82	2839.64	2.59	3.04	0.39	2.78		
		778.60	3674.83	3.34					
		776.11	3507.79	3.20					
Mortero tradicional	14	M - MT - 14 - 1	753.56	9020.04	8.46	7.69	0.97	7.72	
			752.15	7015.59	6.59				
			766.55	8685.97	8.01				
	28	M - MT - 28 - 1	759.04	8184.85	7.62	8.43	0.72	8.10	
			763.13	9354.12	8.67				
			761.63	9688.20	8.99				

Fuente: Elaboración propia

4. Resultados

4.1. Propuesta de investigación

Para el desarrollo de esta investigación, fue necesario el uso de un laboratorio con los equipos necesarios para los ensayos de resistencia a la compresión axial y compresión diagonal a la edad de 3 y 28 días con la Massa Dun Dun y 14 y 28 días con mortero tradicional, para ello se elaboraron 3 muestras como mínimo por tipo de pilas y muretes, de tal manera que, al promediar los resultados, se obtuvo respuesta más acertada.

4.2. Análisis e interpretación de los resultados

4.2.1. Propiedades físicas de la arena gruesa

TABLA N° 42: Resumen de resultados de los ensayos realizados a la arena gruesa

Descripción	Resultado	Unidad
Módulo de fineza (M.F.)	2.49	-
Peso unitario suelto (P.U.S.)	1750.18	kg/m ³
Peso unitario compactado (P.U.C.)	1830.56	kg/m ³
Contenido de humedad (%H)	1.22	%
Peso específico de masa (P _e)	2.71	g/cm ³
Peso específico de masa S.S.S. (P _{eSSS})	2.73	g/cm ³
Peso Específico Aparente (P _{ea})	2.77	g/cm ³
Porcentaje de Absorción (%A)	0.85	%

Fuente: Elaboración propia

- **Módulo de fineza:** Para la arena gruesa, el análisis granulométrico debe dar como resultado un módulo de fineza comprendido entre 1,6 y 2,5, según la norma E.070. Nuestros ensayos demostraron cumplir el rango establecido por esta norma, siendo el resultado de la granulometría un módulo de fineza de 2,49.

4.2.2. Características físicas del ladrillo

TABLA N° 43: Resumen de resultados de los ensayos realizados al ladrillo

Descripción	Resultado	Unidad
Variación dimensional largo	0.40	%
Variación dimensional altura	1.49	%
Variación dimensional ancho	0.54	%
Máximo Alabeo	3.00	mm
Porcentaje de vacíos	45.54	%
Porcentaje de absorción	10.04	%
Resistencia a la compresión	104.39	kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

- **Variación dimensional largo:** El ladrillo Lark King Kong 18 huecos para considerarse Tipo IV debe cumplir con un valor porcentual de ± 2 , según la E.070. Nuestros ensayos demostraron cumplir con la norma, siendo nuestro resultado 0.40, evidenciando en las muestras un largo ligeramente mayor al de 23 cm que el fabricante menciona.
- **Variación dimensional altura:** Con un resultado de 1.49, nuestros ensayos demostraron que los ladrillos presentaron una variación de altura mayor pero dentro los parámetros de la norma E.070, que para un ladrillo Tipo IV debe cumplir con un valor porcentual de ± 4 .
- **Variación dimensional ancho:** La norma E.070 tiene como valor porcentual ± 3 y nuestros ensayos cumplieron este requerimiento al dar como resultado 0.54.
- **Máximo alabeo:** Según la norma E.070, un ladrillo Tipo IV debe presentar como alabeo máximo 4 mm. Nuestros ensayos determinaron que el promedio de la medida de alabeo de las muestras fue de 3 mm, cumpliendo con la norma con un valor cercano al límite.
- **Porcentaje de vacíos:** Según la norma E.070, se clasifica como una unidad de albañilería hueca cuando ésta presente un porcentaje de vacíos superior al 30%. Mediante ensayos obtuvimos un 45.54% de

vacíos, por ende, estamos hablando de una unidad de albañilería hueca.

- **Porcentaje de absorción:** Para la aceptación de la unidad de albañilería de arcilla, la norma E.070 indica que el porcentaje de absorción no será mayor que 22%. Como resultado de los ensayos tenemos un porcentaje de absorción de 10.04%, siendo éste resultado menor al que proporciona la norma para conocer su nivel de impermeabilidad.
- **Resistencia a la compresión:** Como valor mínimo de resistencia característica a compresión se tiene 130 kg/cm^2 , según la norma E.070. Los ensayos realizados revelaron un valor de 104.39 kg/cm^2 como resistencia característica a compresión de las unidades de albañilería. Se concluye que las unidades de albañilería no alcanza el valor mínimo de un ladrillo Tipo IV.

4.2.3. Ensayo de compresión axial en pilas

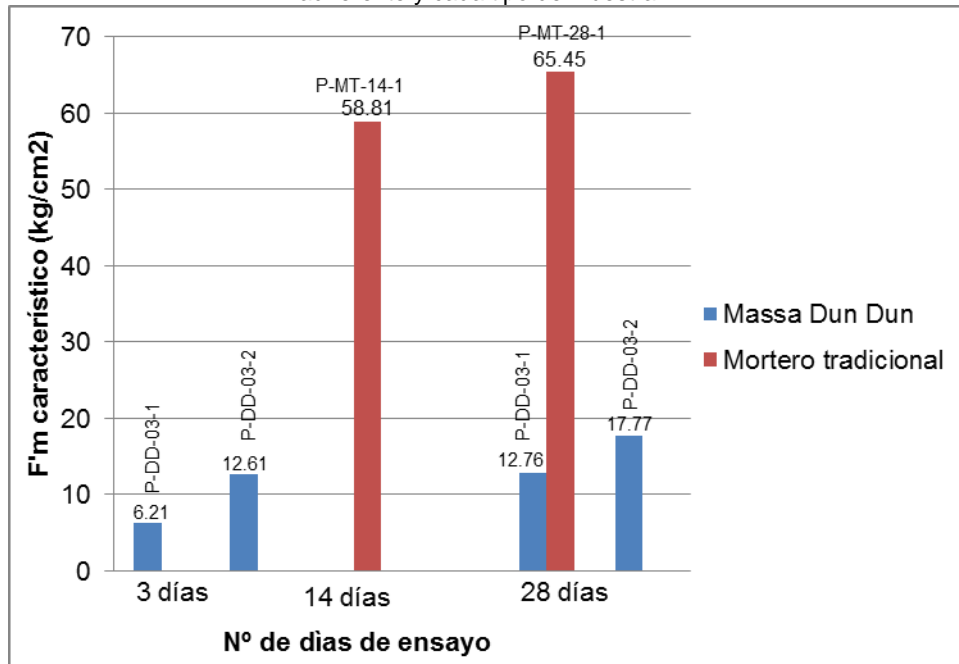
TABLA N° 44: Resumen de resultados de los ensayos de resistencia a compresión axial en pilas

Tipo de adherente	N° de días	Tipo de muestra	F'm (kg/cm ²)	Promedio	DE	F'm característico (kg/cm ²)
Massa Dun Dun	3	P - DD - 03 - 1	6.87	8.20	1.99	6.21
			7.23			
			10.49			
	P - DD - 03 - 2	13.00	16.47	3.85	12.61	
		20.61				
		15.79				
	28	P - DD - 28 - 1	12.57	15.69	2.92	12.76
			18.36			
			16.14			
			17.23			
P - DD - 28 - 2	23.93	22.56	4.79	17.77		
	26.51					
	61.46					
Mortero tradicional	14	P - MT - 14 - 1	64.41	61.58	2.77	58.81
			58.87			
			65.83			
	28	P - MT - 28 - 1	67.12	67.75	2.29	65.45
			70.29			

Fuente: Elaboración propia

- La resistencia característica a la compresión axial en pilas elaboradas con ladrillo King Kong industrial es 65 kg/cm², según la norma E.070; los resultados obtenidos mediante ensayos de laboratorio en pilas con Massa Dun Dun fue de 12.76 kg/cm² en pilas con 2 cordones de masa y de 17.77 kg/cm² en pilas con 3 cordones de masa, siendo su resistencia menos del 30% del resultado de las pilas elaboradas con mortero tradicional, que llegaron hasta una resistencia característica a la compresión axial de 65.45 kg/cm².

FIGURA N° 77: Gráfica de las resistencias características alcanzadas en las pilas para cada día, cada tipo de adherente y cada tipo de muestra



Fuente: Elaboración propia

4.2.4. Ensayo de compresión diagonal en muretes

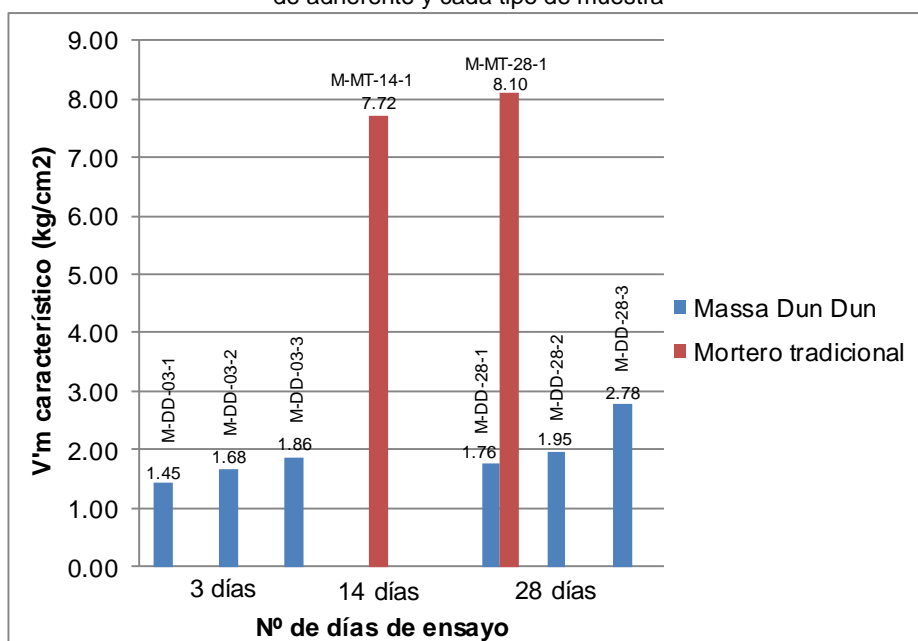
TABLA N° 45: Resumen de resultados de los ensayos de resistencia a compresión diagonal en muretes

Tipo de adherente	N° de días	Tipo de muestra	V'm (kg/cm ²)	Promedio	DE	V'm característico (kg/cm ²)
Massa Dun Dun	3	M - DD - 03 - 1	1.54	1.63	0.18	1.45
			1.51			
			1.83			
	3	M - DD - 03 - 2	1.83	1.77	0.09	1.68
			1.82			
			1.66			
	3	M - DD - 03 - 3	2.13	2.08	0.23	1.86
			2.28			
			1.84			
	28	M - DD - 28 - 1	1.81	2.04	0.36	1.76
			1.85			
			2.45			
28		M - DD - 28 - 2	1.83	2.08	0.23	1.95
			2.28			
			2.14			
28	M - DD - 28 - 3	2.59	3.04	0.39	2.78	
		3.34				
		3.20				
Mortero tradicional	14	M - MT - 14 - 1	8.46	7.69	0.97	7.72
			6.59			
			8.01			
	28	M - MT - 28 - 1	7.62	8.43	0.72	8.10
			8.67			
			8.99			

Fuente: Elaboración propia

- La resistencia característica a la compresión diagonal en muretes elaborados con ladrillo King Kong industrial es 8.1 kg/cm², según la norma E.070; los resultados obtenidos mediante ensayos de laboratorio en muretes con Massa Dun Dun fue de 1.76 kg/cm² en muretes con 2 cordones de masa, de 1.95 kg/cm² en muretes con 3 cordones de masa y de 2.78 kg/cm² en muretes con 2 cordones de masa en la junta vertical y la horizontal, siendo su resistencia menos del 35% del resultado de los muretes elaborados con mortero tradicional, que llegaron hasta una resistencia característica a la compresión diagonal de 8.10 kg/cm².

FIGURA N° 78: Gráfica de las resistencias características alcanzadas en los muretes para cada día, cada tipo de adherente y cada tipo de muestra



Fuente: Elaboración propia

4.2.5. Diferencia de peso entre muretes con Massa Dun Dun

TABLA N° 46: Peso de los diferentes tipos de muretes con Massa Dun Dun

Tipo de muestra	Peso del murete (g)	Cantidad de Massa Dun Dun (g)
M - DD - 28 - 1	49750.40	381.22
M - DD - 28 - 2	51254.80	565.67
M - DD - 28 - 3	50719.10	460.30

Fuente: Elaboración propia

- Los muretes con 3 cordones de masa tienen mayor peso que los muretes con 2 cordones vertical y horizontal y, por último, el menos pesado es el murete con sólo 2 cordones de Massa Dun Dun.

4.3. Prueba de hipótesis

Para la comparación de la resistencia a la compresión axial y compresión diagonal se realizaron análisis de las características físicas de la unidad de albañilería, con el fin de determinar si el ladrillo las cumplía y era aceptado por

la norma, se ensayaron prototipos de muros, pilas y muretes que fueron contruidos con Massa Dun Dun y un mortero patrón de dosificación 1:5 con el cual comparamos todos los datos obtenidos con los prototipos adheridos con la masa. A través de ensayos de laboratorio y haciendo uso de sus equipos, logramos ensayar las pilas para obtener la resistencia característica a compresión axial y la resistencia característica a compresión diagonal de los muretes. Los datos obtenidos de los prototipos unidos con Massa Dun Dun fueron comparados con los resultados de los prototipos asentados con mortero tradicional, donde se determinó que no llegaron a aproximarse en ninguno de los resultados obtenidos., siendo el de una mayor resistencia los prototipos asentados con mortero tradicional.

5. Discusión de resultados

Las nuevas tecnologías que van apareciendo en el mercado de la construcción deben ser aplicadas de tal manera que tanto el comprador del producto como la persona que adquiere la construcción, vivienda o edificación donde se aplica este producto queden satisfechos. El caso de la Massa Dun Dun nos hace pensar el alcance que tiene la publicidad a la hora de insertar un nuevo producto al mercado, el cual se presenta como la mejor opción en el asentado de unidades de albañilería e invitando a reemplazar el mortero tradicional y usar esta masa en el levantamiento de todo tipo de muros.

Según los ensayos realizados, la resistencia a la compresión axial de las pilas elaboradas con Massa Dun Dun fue menos del 30% de la resistencia alcanzada por las pilas elaboradas con un mortero patrón de dosificación 1:5.

De la misma manera, los muretes elaborados con Massa Dun Dun alcanzaron una resistencia a la compresión diagonal de menos del 35% de la resistencia alcanzada por los muretes elaborados con el mismo mortero patrón de dosificación 1:5.

Lo que indica la marca es que el producto alcanza una máxima resistencia al tercer día y que tienen una resistencia muy superior al mortero tradicional, pero siguiendo los pasos para el uso del producto, su resistencia no se aproxima al del mortero tradicional.

La resistencia de las pilas y muretes se puede ver afectada por la resistencia a la compresión del ladrillo, que en nuestro caso no alcanzó la mínima resistencia requerida por la norma.

Otros aspectos como disminución del desperdicio y la rapidez en el asentado de ladrillos si se comprobaron y se puede decir que es un producto que disminuye el tiempo en el asentamiento de muro de albañilería sin dejar caer sobras ni desperdiciar el material.

CONCLUSIONES

- Se construyeron los prototipos de muros de albañilería, en el caso de las pilas, un total de 18 muestras con una altura de 30.55 cm y un largo de 22.96 cm aproximadamente, y en el caso de los muretes un total de 24 muestras de 63.57 cm de altura y 60.58 cm de largo aproximadamente. Para la construcción de pilas y muretes se utilizaron unidades de albañilería King Kong 18 huecos Tipo IV marca LARK y se usó como material adherente mortero tradicional 1:5 y Massa Dun Dun.
- Las pilas elaboradas con Massa Dun Dun ensayadas a los 28 días mostraron una resistencia de 12.76 kg/cm² para pilas con 2 cordones de masa y 17.77 kg/cm² para pilas con 3 cordones de masa, ambas son menos del 30% de la resistencia a la compresión axial alcanzada por las pilas unidas con mortero tradicional a los 28 días, que es de 65.45 kg/cm².
- Los muretes elaborados con Massa Dun Dun ensayados a los 28 días mostraron una resistencia a la compresión diagonal de 1.76 kg/cm² para muretes con 2 cordones de masa, 1.95 kg/cm² para muretes con 3 cordones de masa y 2.78 kg/cm² para muretes con 2 cordones de masa en la junta vertical y horizontal, todos estos valores son inferiores al 35% de la resistencia a la compresión diagonal alcanzada por los muretes unidos con mortero tradicional, que es de 8.10 kg/cm².
- La resistencia a la compresión axial y la resistencia a la compresión diagonal de los prototipos unidos con Massa Dun Dun, fueron respectivamente menos del 30% y 35% de los valores obtenidos en los ensayos de compresión axial y compresión diagonal con el mortero tradicional 1:5.
- Se realizó el análisis comparativo de costos de muros adheridos con “Massa Dun Dun” y mortero tradicional con el rendimiento publicado por la marca Massa Dun Dun, donde se obtuvo que el adherente más

económico para la construcción de muros de albañilería de un 1m², es “Massa Dun Dun” permitiéndonos un ahorro de casi el 10% en costos por 1m².

- El adherente “Massa Dun Dun” se presenta como mejor opción para la construcción de muros de albañilería teniendo en cuenta solo lo que es costos unitarios.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar la Massa Dun Dun en muros no portantes, es decir, muros capaces de llevar cargas como su propio peso y cargas transversales a su plano, debido a las bajas resistencias encontradas en comparación al mortero tradicional.
- Se recomienda utilizar unidades de albañilería que cumplan con los requerimientos mínimos de las características de las unidades de albañilería, en especial la variación dimensional que debe ser la mínima posible como situación ideal y la resistencia a la compresión.
- Se recomienda que la primera hilada se realice con mortero tradicional, a fin de corregir los desniveles en el soporte del muro a construir.
- Las juntas de los muros con Massa Dun Dun tendrán juntas de 3 mm y en caso de no aplicar el material en juntas verticales, dejar un espacio de 1 – 3 mm.
- Para obtener datos más confiables se recomienda a futuras investigaciones realizar un estudio a nivel de costos donde la muestra sea unos muros construidos con longitudes utilizadas en edificaciones reales, donde los materiales y la mano de obra no sea variable para ninguno de los adherentes.

REFERENCIAS

Vargas Gordillo, L. (2017). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MORTERO TRADICIONAL Y EL MORTERO NO CONVENCIONAL EN MURETES DE ALBAÑILERÍA* (tesis para obtener el título profesional). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

Reyes Castañeda, C. (2018). *ESTUDIO COMPARATIVO DEL MORTERO DE ADHERENCIA CONVENCIONAL Y EL MORTERO EMBOLSADO PARA LA ELABORACIÓN DE MUROS DE ALBAÑILERÍA, LIMA-2018* (tesis para obtener el título profesional). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.

Zúñiga Quispe, R. & Apaza Llamaconcca, W. (2017). *Análisis comparativo de la resistencia a compresión axial de pilas y compresión diagonal de muretes de albañilería, sin tarrajeo, con tarrajeo y tarrajeo reforzado con sogá driza utilizando ladrillos King kong de 18 huecos y blocker* (tesis para optar el título profesional). Universidad Andina del Cusco, Perú.

Fernández Baqueiro, L., Marín Gómez, F., Varela Rivera, J. y Vargas Marín, G. (2009). *Determinación de la resistencia a compresión diagonal y el módulo de cortante de la mampostería de bloques huecos de concreto*. Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY, 13-2, pp. 41-50, ISSN: 1665- 529X.

Dávila Carranza, N. & Ramirez Cubas, Z. (2019). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE MURETES ADHERIDOS CON “MASSA DUN-DUN”, MORTERO TRADICIONAL Y MORTERO SECO PREDOSIFICADO, TRUJILLO 2019* (tesis para optar el título profesional). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.

Massa DunDun - Para el asentado de ladrillos y bloquetas. (2019). Contegroup.org. Recuperado 14 Diciembre 2019, a partir de <https://contegroup.org/massadundunperu/>

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2017). *Reglamento Nacional de Edificaciones* (11va ed.). Lima: Megabyte.

ANEXOS

1. Cálculo de costos unitario

1.1. Cálculo del costo unitario teórico

1.1.1. Procedimiento y cálculos.

- a) Cálculo de cantidad de ladrillo por m²

$$\frac{1}{(0.23 + 0.015)} \times \frac{1}{(0.09 + 0.015)} = 38.87 = 39 \text{ ladrillos} \times \text{m}^2 \text{ de muro.}$$

- b) Cantidad de ladrillos en 1 m² con junta de Massa Dun Dun.

$$\frac{1}{(0.23 + 0.003)} \times \frac{1}{(0.09 + 0.003)} = 46.14 = 46 \text{ ladrillos} \times \text{m}^2 \text{ de muro.}$$

- c) Cálculo de la cantidad de mortero para un m²

$$1 \times 1 \times 0.125 - (39 \times 0.23 \times 0.125 \times 0.09) = 0.0241 \text{ m}^3$$

En la siguiente tabla mostramos la cantidad de mortero requerida para la construcción de pilas con mortero tradicional.

TABLA N° 47: Cantidad de materiales para la elaboración de mortero

PUSS = 1500 kg/m ³		
Cemento (kg)	Arena (m ³)/(kg)	Agua (litros)
0.6792	1.13079	1
3.3922		

Fuente: Elaboración propia

- d) Cálculo de Massa Dun Dun para la construcción de pilas

En la siguiente tabla se muestra la cantidad requerida de Massa Dun Dun para la construcción de pilas partiendo del rendimiento establecido en la ficha técnica del producto.

TABLA N° 48: Cantidad de Massa Dun Dun para la construcción de pilas

Rendimiento	1.5	kg/m ²	Total	
Cantidad	0.482	kg	5.784	kg

Fuente: Elaboración propia

e) Cálculo de materiales para la construcción de muretes

_Cálculo de ladrillos

En la siguiente tabla se muestra las características de los ladrillos, así como las características de los muretes construidas con mortero tradicional y Massa Dun Dun.

TABLA N° 49: Características de muretes para costos unitarios (teórico)

	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)
King Kong	0.23	0.13	0.09
Junta M. Trad.	0.15	Juntra MDD	0.003

	Altura (m)	Largo (m)	Área (m²)
Tradicional	0.62	0.61	0.37
Massa Dun Dun	0.64	0.60	0.38

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo teórico de ladrillos necesarios para la construcción de muretes con mortero tradicional fue calculada de la siguiente manera:

_De los muretes construidos con mortero tradicional medimos la longitud y altura de cada murete, luego calculamos el promedio de cada media y obtuvimos el siguiente resultado: L= 0.6048 m, H= 0.6357 m. Obteniendo un área promedio de A= 0.3844 m².

_Conociendo la cantidad de ladrillos para 1 m² de muro, calculamos la cantidad necesaria de ladrillos para la construcción de murete mediante la siguiente ecuación.

$$\frac{1 \text{ m}^2}{39 \text{ ladrillos}} = \frac{0.3844 \text{ m}^2}{x}$$

Donde:

X= cantidad de ladrillos necesarios para la construcción de 1 murete.

$$x = 14.99 = 15 \text{ ladrillos por cada murete.}$$

En la siguiente tabla mostramos la cantidad de ladrillos para la construcción de todos los muretes a ensayarse.

TABLA N° 50: Cantidad de pilas y total de ladrillos para la construcción de pilas

	Tradicional	Massa Dun Dun	
Cantidad de muretes	6	18	pilas
	Sin Desp.	5% Desp.	unid.
Tradicional	90	94.50	unid.
Massa Dun Dun	342	359.10	unid.

Fuente: Elaboración propia

_Cálculo de mortero

Para el cálculo del mortero requerido para un murete se empleó las dimensiones 0.6048 m x 0.6357 m

$$0.605 \times 0.635 \times 0.125 - (15 \times 0.23 \times 0.125 \times 0.09) = 0.0241 \text{ m}^3$$

En la siguiente tabla mostramos la cantidad de materiales para la elaboración de mortero para un murete.

TABLA N° 51: Cantidad de materiales para la elaboración de mortero tradicional, requerido para la construcción de 1 murete

PUSS =	1500	kg/m³
Cantidad de mortero para un murete		
Cemento (kg)	Arena (m³)/(kg)	Agua (litros)
2.3	10.4	3

Fuente: Elaboración propia

_Cálculo de Massa Dun Dun para cada murete

La cantidad de Massa Dun Dun que empleamos en los muretes fueron calculados a partir de del rendimiento dado en la ficha técnica del producto, los resultados se muestran en las siguientes tablas.

TABLA N° 52: Cantidad de Massa Dun Dun necesaria para la elaboración de muretes con 2 cordones

Rendimiento	1.5	kg/m ²	Total	
Cantidad	0.58	kg	3.48	kg

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 53: Cantidad de Massa Dun Dun necesaria para la elaboración de muretes con 2 cordones en la junta vertical y horizontal

Rendimiento	1.5	kg/m ²	Total	
Cantidad	0.8	kg	4.8	kg

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 54: Cantidad de Massa Dun Dun necesaria para la elaboración de muretes con 3 cordones

Rendimiento	1.5	kg/m ²	Total	
Cantidad	1.2	kg	7.2	kg

Fuente: Elaboración propia

f) Rendimientos

En las siguientes tablas mostramos los rendimientos de materiales calculados anteriormente.

TABLA N° 55: Rendimiento de los materiales de construcción

RENDIMIENTO DE MATERIALES					
Mortero Tradicional					
Ladrillo	38.873	unidades/m ²	————→	39.00 unidades/m ²	
Mortero	0.049	m ³ /m ²			
Cemento	17.641	kg/m ²	————→	0.415	bol/m ²
Arena	0.051	m ³ /m ²	————→	0.051	m ³ /m ²
Agua	12.697	litros/m ²	————→	0.013	m ³ /m ³
Massa Dun Dun					
Ladrillo	46.751	unidades/m ²	————→	47	unidades/m ²
Dun Dun	1.5	kg/m ²	————→	0.5	sachet/m ²

Fuente: Elaboración propia

Los rendimientos de mano de obra fueron obtenidos de la Cámara Peruana de Construcción (capeco), en su partida de rendimiento en el asentado de ladrillos k.k. huecos.

Los rendimientos para Massa Dun Dun fueron obtenidos de su ficha técnica.

TABLA N° 56: Rendimiento de la mano de obra

Adherente	Rendimiento		Cuadrilla		
	Rend.	Unidad	Capataz	Operario	Peón
Mortero Tradicional	320 8	piezas/día m2/día	0.1	1	0.5
Massa Dun Dun	22	m2/día	0	1	1

Fuente: Elaboración propia

g) Costo unitario de 1m2 de muro construido con mortero tradicional

TABLA N° 57: Cálculo del costo unitario directo para 1 m2 de muro construido con mortero tradicional como adherente

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
PARTIDA:	Mortero tradicional					
RENDIMIENTO:	8		UNIDAD	M2		
UBICACIÓN:	Trujillo					
N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
1	MANO DE OBRA					33.677
	Capataz	HH	0.1	0.100	25.17	2.517
	Operario	HH	1	1.000	22.88	22.880
	Peón	HH	0.5	0.500	16.56	8.280
2	MATERIALES					43.562
	Ladrillos	Unidad		39.000	0.9	35.100
	Cemento	Bol		0.084	23	1.937
	Arena	m3		13.000	0.5	6.500
	Agua	m3		0.013	1.942	0.025
3	EQUIPOS					1.123
	Herramientas	%MO		0.030	37.419	1.123
COSTO UNITARIO DIRECTO						78.362

Fuente: Elaboración propia

h) Costo unitario de 1m2 de muro construido con Massa Dun Dun

TABLA N° 58: Cálculo de costo unitario directo para 1m2 de muro construido con Massa Dun Dun como adherente

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS						
PARTIDA:	Massa Dun Dun					
RENDIMIENTO:	22			UNIDAD	M2	
UBICACIÓN:	Trujillo					
N°	DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
1	MANO DE OBRA					14.342
	Capataz	HH	0	0.000	25.17	0.000
	Operario	HH	1	0.364	22.88	8.320
	Peón	HH	1	0.364	16.56	6.022
2	MATERIALES					52.600
	Ladrillos	Unidad		39.000	0.90	35.100
	Dun Dun	sachet		0.500	35.00	17.500
3	EQUIPOS					0.321
	Herramientas	%MO		0.030	10.69	0.321
COSTO UNITARIO DIRECTO						67.263

Fuente: Elaboración propia

1.2. Cálculo del costo unitario experimental

1.2.1. Procedimiento y cálculos.

a) Cálculo de la cantidad de ladrillos en pilas

En pilas la cantidad la cantidad utilizada son de 3 ladrillos por pila, que en total son serian 54 ladrillos en total.

TABLA N° 59: Cantidad de pilas y cantidad de ladrillos empleados para la construcción de pilas construidas en laboratorio

	Tradicional	Massa Dun Dun	
Cantidad de pilas	6	12	pilas
	Sin Desp.	5% Desp.	unid.
Tradicional	6	6	unid.
Massa Dun Dun	12	13	unid.

Fuente: Elaboración propia

b) Cálculo de la cantidad de mortero por m3

De acuerdo con la revisión de bibliografías como el manual de construcción de aceros Arequipa y al registro de la cantidad de materiales utilizadas,

consideramos que la cantidad de mortero se incrementa en un hasta en 3 veces la cantidad de cada material, esto se debe a que el ladrillo empleado presenta alveolos lo cual dificulta su cálculo, es así que en la siguiente tabla mostramos la cantidad de mortero para un m2 de muro.

$$1 \times 1 \times 0.125 - (39 \times 0.23 \times 0.125 \times 0.09) = 0.0241 \times 3 = 0.0723$$

c) Cantidad de Massa Dun Dun para 1 m2 de muro

_Para muros con 2 cordones de Massa Dun Dun de acuerdo a lo registrado en los ensayos se empleó una cantidad de 1.3 kg de Massa Dun Dun.

_Para muros con 3 cordones de Massa Dun Dun se empleó una cantidad de 2.5 kg por m2 de muro.

_Para muros con junta vertical con Massa Dun Dun, se empleó 2,45 kg por m2 de muro.

d) Cálculo de los rendimientos

_Rendimiento de materiales

El rendimiento de materiales se obtuvo de todos los materiales utilizados en un m2 de muro construido en el laboratorio.

TABLA N° 60: Cálculo del rendimiento de los materiales

RENDIMIENTO DE MATERIALES					
Mortero Tradicional					
Ladrillo	47	unidades/m2	→	47	unidades/m2
Mortero	0,0723	m3/m2			
Cemento	7.5	kg/m2	→	0.18	bol/m2
Arena	30	kg/m2	→	0.03	m3/m2
Agua	18.75	litros/m2	→	0.018	m3/m3
Massa Dun Dun					
Ladrillo	55.75	unidades/m2	→	56	unidades/m2
Dun Dun	2.4	kg/m2	→	0.75	sachet/m2

Fuente: Elaboración propia

Rendimiento de mano de obra

El rendimiento de mano de obra se obtiene registrando en que tiempo se logra construir 1 m² de muro para cada uno de los muros con diferentes morteros, en la siguiente tabla mostramos los resultados obtenidos en laboratorio.

TABLA N° 61: Rendimiento de mano de obra para cada adherente

Adherente	Rendimiento		Cuadrilla		
	Rend.	Unidad	Capataz	Operario	Peón
Mortero Tradicional	320 7	piezas/día m ² /día	0.1	1	0.5
Massa Dun Dun	16	m ² /día	0	1	1

Fuente: Elaboración propia

e) Costo unitario de 1 m² de muro construido con mortero tradicional

TABLA N° 62: Cálculo del costo unitario directo experimental para 1 m² de muro construido mortero tradicional como adherente

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
PARTIDA:	Mortero tradicional					
RENDIMIENTO:	8			UNIDAD	M ²	
UBICACIÓN:	Trujillo					
N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
1	MANO DE OBRA					33.68
	Capataz	HH	0.1	0.100	25.170	2.52
	Operario	HH	1	1.000	22.880	22.88
	Peón	HH	0.5	0.500	16.560	8.28
2	MATERIALES					47.58
	Ladrillos	Unidad		47.000	0.900	42.30
	Cemento	Bol		0.176	23.000	4.05
	Arena	m ³		0.030	40.000	1.20
	Agua	m ³		0.018	1.942	0.03
3	EQUIPOS					1.12
	Herramientas	%MO		0.030	37.419	1.12
COSTO UNITARIO DIRECTO						82.38

Fuente: Elaboración propia

f) Costo unitario de 1 m2 de muro construido con Massa Dun Dun

TABLA N° 63: Cálculo de costo unitario directo experimental para 1 m2 de muro construido con Massa Dun Dun como adherente

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS						
PARTIDA:	Massa Dun Dun					
RENDIMIENTO:	19			UNIDAD	M2	
UBICACIÓN:	Trujillo					
N°	DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
1	IANO DE OBRA					16.61
	Capataz	HH	0	0	0	0.00
	Operario	HH	1	0.421	22.88	9.63
	Peón	HH	1	0.421	16.56	6.97
2	MATERIALES					57.40
	Ladrillos	Unidad		56	0.9	50.40
	Dun Dun	sachet		0.2	35	7.00
3	EQUIPOS					0.32
	Herramientas	%MO		0.03	10.693	0.32
COSTO UNITARIO DIRECTO						74.33

Fuente: Elaboración propia

ficha técnica

Massa DunDun



CARACTERÍSTICAS

Masa adhesiva a base de resinas poliméricas, cargas minerales, agua y aditivos especiales. No contiene cemento en su formulación y está listo para su uso.

INDICACIÓN

Adecuado para asentamiento de ladrillos y bloques de hormigón en albañilería no portante.

VALORES TÍPICOS

Adecuado para asentamiento de ladrillos y bloques de hormigón en albañilería no portante.

Densidad:	1,85 g/cm3
Tiempo de Cura:	72 hrs. depende temperatura y humedad
Resistencia a tracción NBR14.081:	>=1mPa
Color:	Gris
Apariencia:	Pastoso

USO

La Massa DunDun, ha sido diseñada para la elevación de muros de mampostería en obra, para su uso al interior y exterior de la edificación. Uso excluyente para elevación de tabiques del tipo "junta trabajada". No sustituye la estructura portante de la edificación. La adhesión de los ladrillos es realizada por contacto en juntas menores iguales a los 3mm.

LADRILLOS

- Uso indicado certificado en: Ladrillos de arcilla, bloquetas de cemento y ladrillos sílico calcáreo.
- Se indica la utilización de ladrillos de alta industrialización y estandarización dimensional, como se describe en el art. 05 del RNE. Diferencias dimensionales mayores a 3 mm, presentarán dificultades para la nivelación y alineación del tabique durante la aplicación; por lo que se recomienda utilizar el ladrillo tipo V descrito en la tabla 01 del Capítulo 03, art. 05 del RNE. La superficie de contacto del ladrillo debe de ser óptima para los encuentros entre trabas horizontales y detalles de fijación vertical con el sistema estructural de la edificación.

SUPERFICIES

- La superficie de los ladrillos a utilizar debe de estar limpia, libre de arena, grasa, aceite o polvo; para garantizar una adherencia óptima en el contacto entre ladrillos;
- La aplicación del producto en partes ligeramente humedecidas aumentará su tiempo de curado, sin alterar la resistencia mecánica y garantía sobre la estabilidad y adhesión del tabique;
- No se recomienda su uso bajo precipitaciones de gran intensidad o grandes caudales de agua que provoquen un "lavado" del material recién aplicado eliminando el contacto y adhesión entre ladrillos.

SOPORTE Y NIVELACIÓN

- Es necesario que la base, replanteo e inicio de ejecución del tabique, sea perfectamente horizontal antes de comenzar con la aplicación del producto. Se recomienda que la primera hilada sea realizada con mortero tradicional, corrigiendo las deficiencias existentes en el soporte, brindando una perfecta nivelación, que optimizará el uso de la Massa DunDun en cuanto a sus propiedades adhesivas y rendimientos, con juntas menores iguales a 3mm.

DOSIFICACIÓN

- La aplicación se debe realizar en dos cordones de Massa DunDun de 1 cm de diámetro sobre la superficie de asentamiento horizontal, en una aplicación continua.
- Se recomienda un exhaustivo control en cuanto al corte del dosificador indicado en el envase y las correctas condiciones de la superficie de contacto entre los ladrillos a utilizar.
- Se indica la aplicación de un tercer hilo adicional en caso que existan problemas geométricos que alteren cualquier superficie de contacto entre ladrillos o entre ladrillos-estructura.
- Para detalles particulares que requieren la alteración-corte del ladrillo a utilizarse se indica un estudio previo y aprobación por parte del técnico responsable en obra, y consulta profesional con el soporte técnico de Massa DunDun en Perú.

JUNTAS

- La estabilidad y resistencia mecánica del tabique para su elevación con Massa DunDun está certificada para su aplicación, únicamente en la junta horizontal entre ladrillos.
- Con la excepción de casos de estudio, se indica la no aplicación sobre las juntas verticales; dejando en su lugar un espacio entre ladrillos de dimensiones 1-3mm que permitirá un correcto asentamiento propias del tabique.
- La aplicación adicional en juntas verticales representa un incremento de la resistencia estructural del tabique y será indicado específicamente para el contacto tabique-sistema estructural de la edificación, y en casos excepcionales de cargas no convencionales que requieran incremento de la resistencia mecánica certificada (ej. Carga de viento).
- En tal caso las modificaciones a la aplicación convencional del producto serán supervisadas por el técnico responsable de otra y/o respaldo de técnico de DunDun Perú.

NIVELES Y PLOMO

- En caso de existir problema de nivelación y plomo del tabique durante la elevación del tabique se indica la utilización de cuñas de soporte para ajustes menores, iguales a 3mm.
- Para correcciones excepcionales mayores a 4mm en la nivelación del tabique se recomienda la aplicación de una hilada con mortero convencional antes de proceder con la aplicación de Massa DunDun.
- Se sugiere la utilización del detalle particular de nivelación con mezcla tradicional en caso de muro doble interior-exterior



Nivelamiento primera hilada



Dosificación con sachet



Dosificación con aplicador

Fuente: Conte Group

ficha técnica

Massa DunDun



con la aplicación de elementos metálicos de cohesión estructural (refuerzo con platina de refuerzo de acero zincado o barra corrugada menor a 5mm de diámetro), evitando el corte, perforación o anclaje químico del ladrillo.

CONTACTO-ESTRUCTURA

- El vínculo del tabique de mampostería con el sistema estructural del edificio se ha de realizar con la aplicación de Massa DunDun en la junta vertical, logrado para un mínimo de dos cordones continuos en el vínculo del ladrillo con el pilar, con un procedimiento de presión lateral de 10 a 15 segundos que garantice el contacto entre ambas superficies.
- La sustitución de elementos metálicos de sujeción (refuerzo horizontal) por un contacto de adherencia con Massa DunDun, estará sujeto a un especial control sobre la continuidad en la superficie de adherencia entre tabique y estructura;
- Se indica para la correcta resolución del detalle en estudio, un ladrillo liso, sin la aplicación de cortes u alteraciones que reduzcan la superficie de contacto entre mampostería y estructura.
- Se sugiere un estudio a detalle por parte del técnico responsable en obra de todos los encuentros no coplanares, que requieren realización de cortes en el ladrillo o la inclusión de un anclaje mecánico metálico debido a problemas en el contacto entre los planos soporte.

ORDEN DE EJECUCIÓN

- El método escalado en un orden de escalera hacia el contacto estructural; garantiza la correcta realización del detalle y procedimiento de contacto-presión-lateral relatado. Eliminando la necesidad de comprometer cortes en los ladrillos exteriores en contacto con el plano estructural. Los ajustes, cortes y excepciones estarán localizados al centro del tabique.
- Para el caso de elevación en el método tradicional de "agregado en hiladas horizontales" generalizado para el territorio nacional se indica un especial control en el remate de contacto tabique-pilar, aplicando una alteración en el orden de colocación que permita la correcta presión de carga lateral del ladrillo exterior del tabique.
- Se indica especial evaluación preliminar del procedimiento a ejecutar por parte de la dirección técnica de la obra en coordinación con el equipo de soporte técnico de DunDun Perú en instancias de capacitación en obra.

ACUÑADO

- El sistema de acuñado y terminación del tabique es indicado en sistema de espuma de poliuretano para óptimo desempeño de la productividad de la obra;
- No obstante puede ser realizado con mortero tradicional.

- En ningún caso se indica la utilización de Massa DunDun para la resolución y carga de justa de relleno posterior a la elevación de tabiques conforme al manual.

ALTURA

- Se recomienda para un correcto asiento de tabiques no sobrepasar los 3 metros de altura en una jornada. Asegurando para la reanudación de los trabajos un tiempo de curado parcial de 8hrs.

AJUSTES DURANTE LA ELEVACIÓN

- Una vez aplicados los hilos en junta horizontal sobre la superficie del ladrillo. Se indica un tiempo máximo de corrección, asentamiento y colocación de los ladrillos de 10-15 minutos.

TIEMPO DE CURADO

- El secado inicial del producto se produce entre 8 y 12 horas, en la cual el tabique adquiere una resistencia apta para la continuidad en la altura de elevación.
- La resistencia y curado final se alcanza después de 72 horas en climas cálidos y secos.
- El tiempo de curado puede ser afectado en función de los tipos de bloques utilizados, condiciones meteorológicas y carga de humedad de las superficies previo a la elevación del tabique.
- Para el caso de tabiques elevados con gran carga de humedad directa, producto de precipitaciones o "escurrimientos" ocurridos al inicio de la aplicación, el tiempo de curado del producto comenzará solo después que el bloque se encuentre seco. Se indica especial precaución en el asentamiento y altura máxima de elevación debido a que el producto se encontrará en estado fresco durante un lapso mayor al relatado par condiciones normales.

CORRECCIONES Y AJUSTES

- En caso de necesidad de corrección o relocalización de los ladrillos posterior a su asentamiento inicial, se indica la reposición del producto sobre las afectadas, con especial precaución de obtener una carga continua, sobre las superficies para lograr la adherencia óptima.

CONSERVACIÓN

- Una vez abierto el envase, el producto puede ser utilizado en un lapso de 30 días siempre y cuando se haga un cierre en el extremo del aplicador.
- El producto sin abrirse tiene una duración de un año de envasado. En la práctica se demostró que pasado este tiempo hasta dos años de prueba el producto que se utiliza no pierde ninguna de sus propiedades.



Nivel y plomo



Acuñamiento



Distancia entre bloques

REPRESENTANTE EXCLUSIVO
CONTE GROUP
 S.A.C.

Para mayor información ingresa a www.contegroup.org/massadundunperu - dundun@contegroup.org
Sede Principal: Av. Separadora Industrial 1591 Urb. San Francisco, Ate - Teléfono: (01) 708 2600
Sede Norte: Calle Los Nogales 228 Urb. Shangrila, Puente Piedra - Teléfono: (01) 719 5890
Sede Arequipa: Urb. Santa María Mz G Lt 4 Cerro Colorado, Arequipa - Teléfono: (054) 652 808

Síguenos como
 Massa DunDun Perú

Fuente: Conte Group

FIGURA N° 81: Certificado de calibración de la prensa hidráulica



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 072-18 DPC**

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

**TITULO : Calibración de Sistema Digital
para Prensa de Concreto**

PRENSA

Marca : ELE
Capacidad : 120 TN
Codigo : 400035230
Bomba : Hidraulica - Electrica
Marca : Power Team

**Indicador : ADR -TOUCH
Serie : 1912-2-00135**

**Transductor : ELE
Modelo : PA-21Y
Capacidad : 700 Bar**

FECHA CALIBRACION : 29 de Noviembre del 2018

PROX. FECHA CALIBRACION 29 de Noviembre del 2019

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.


.....
Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 36551

Los Huertos de Huachipa Mz. E Lt. 15 - Lurigancho | Telf. 371 0531 - 371 0475 | Entel: 971 707 204 - 936 601 894 - 945 101 989
laboratorio@orionrcp.com | areatecnica@orionrcp.com | ventas@orionrcp.com | www.orionrcp.com

Fuente: Laboratorio de materiales UPAO

FIGURA N° 82: Certificado de calibración del horno eléctrico



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

CERTIFICADO DE CALIBRACION
N° 068-18 HL

CALIBRACIÓN DE HORNO DE LABORATORIO

**SOLICITANTE : UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR
ORREGO**

EQUIPO:

Marca : MEMMERT
Modelo : UF260
Procedencia : ALEMANIA
Cámara : 240 lt.
Código : 08050009
Tipo de Ventilación : Artificial
Punto de Operación : 110 °C +/- 5 °C
Realizado en : Trujillo

FECHA CALIBRACIÓN : 29 de Noviembre del 2018.

PROX. FECHA CALIBRACIÓN : 29 de Noviembre del 2019.

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
Luis Taboada Palacios
Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 58851

FIGURA N° 83: Certificado de calibración de balanza electrónica



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° 0331-18 BAL

OTORGADO A : UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

CERTIFICA QUE : El instrumento de medición con el modelo y nro de serie indicados líneas abajo, ha sido calibrado, probado y verificado utilizando patrones certificados con trazabilidad al Servicio del Instituto Nacional de la Calidad-INACAL

Instrumento de medición	:	Balanza Digital.
Capacidad	:	61 kg.
Marca	:	AND
Modelo	:	GP-61K
Nro de Serie Balanza	:	14725851
Codigo UPAO	:	400046694
Fecha de Calibración	:	29.11.2018
Próxima Calibración	:	29.11.2019

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56551

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN NORMA METROLÓGICA NMP 003-1996 Y PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO PARA BALANZAS DE CLASE I Y CLASE II

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

$U = 1 \text{ gr.} + 0.00020$

PATRONES

01 Pesa de 10 kg, 01 Pesa de 5 kg, 01 Pesa de 1 kgr, 01 Pesa 500 gr, 01 Jgo de Pesas de 1 mg a 500 gr, CERTIFICADOS LM-195-2018, LM-205-2018, LM-207-2018, LM-194-2018, PE18-C-0476

TRAZABILIDAD

Las pesas tienen trazabilidad a los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de la Calidad-INACAL

CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Temperatura Inicial 21.3°C Final 21.2°C
Humedad Relativa 80%

RESULTADO DE LA MEDICION

Los errores encontrados son menores a los errores máximos permitidos por la norma metrologica consultada.

OBSERVACIONES

Con fines de identificación se ha colocado en la balanza una etiqueta con el nro del certificado.

Los Huertos de Huachipa Mz. E Lt. 15 - Luriganchu | Telf. 371 0531 - 371 0475 | Entel: 971 707 204 - 936 601 894 - 945 101 989
laboratorio@orionrcp.com | areatecnica@orionrcp.com | ventas@orionrcp.com | www.orionrcp.com

Fuente: Laboratorio de materiales UPAO

FICHA TÉCNICA

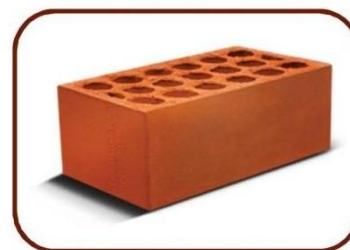


MANUAL APOYO

LADRILLO KING KONG 18 HUECOS

CARACTERISTICAS GENERALES

Denominación del Bien	: KING KONG 18 HUECOS		
Denominación técnica	: KING KONG STANDAR		
Grupo/clase/familia	: CONSTRUCCIONES DE MURO PORTANTE		
Dimensiones (mm)	L.Corte	Ancho	Largo
	90	125	230
Peso	: 2.70 Kg.		
Unidades m ²	: 36		



Anexos adjuntos:

Descripción general: Es el ladrillo fabricado de arcilla moldeada, extruida y quemada o cocida en un horno tipo túnel de proceso continuo.

CARACTERISTICAS TECNICAS

DE LOS TIPOS DE LADRILLOS

Según la Norma NTP 399.613:2005 - 339.604 - 399.604 este ladrillo corresponde:

Tipo IV: Resistencia y durabilidad altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas.

CARACTERISTICAS FISICAS

	según NTP	según muestra
VARIACION DE LA DIMENSION (mm)	± 2.0	± 2.0
ALABEO (mm)	2	1
RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm ²)	130.0 Kg/cm ²	277.0 Kg/cm ²
ABSORCION (%)	<22	12.80
EFLORESCENCIA	NO EFORESCENTE	NO EFLORESCENTE

OTRAS ESPECIFICACIONES

- Proceso de fabricación altamente controlado.
- Control de Calidad riguroso en todos los procesos.
- Peso exacto
- Secado tradicional.

EL CONTENIDO DE LA FICHA PUEDE VARIAR POR CAMBIOS EN LOS PROCEDIMIENTOS O EN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA TECNICA PERUANA VIGENTE.

ACTUALIZADO: FEBRERO 2019

Parcela 10234 Fundo Santa Inés, Puente Piedra – Lima. Telf: (051) 711-3322

www.ladrilloslark.com.pe

Fuente: Ladrillos LARK

FIGURA N° 85: Ficha técnica del cemento Pacasmayo Extraforte



CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.

Calle La Colonia Nro.150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima
Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad
Teléfono 317 - 6000



G-CC-F-04
Versión 03

CEMENTO EXTRAFORTE

Cemento Portland Compuesto Tipo ICo

Conforme a la NTP 334.090

Pacasmayo, 20 de Setiembre del 2017

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.090
MgO	%	2.3	Máximo 6.0
SO3	%	2.4	Máximo 4.0

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.090
Contenido de Aire	%	5	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.06	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm ² /g	5440	NO ESPECIFICA
Retenido M325	%	3.6	NO ESPECIFICA
Densidad	g/mL	2.96	NO ESPECIFICA

Resistencia Compresión :

Resistencia Compresión a 3días	MPa (Kg/cm ²)	20.2 (206)	Mínimo 13.0 (Mínimo 133)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (Kg/cm ²)	25.9 (264)	Mínimo 20.0 (Mínimo 204)
Resistencia Compresión a 28días	MPa (Kg/cm ²)	32.9 (335)	Mínimo 25.0 (Mínimo 255)

Tiempo de Fraguado Vicat :

Fraguado Inicial	min	124	Mínimo 45
Fraguado Final	min	254	Máximo 420

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-08-2017 al 31-08-2017. La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Julio 2017.

Ing. Gabriel G. Mansilla Fiestas
Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por :

Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.

2. Validación de los resultados de laboratorio

TABLA N° 64: Tabla de resultados de ensayos a la arena gruesa validada por el ingeniero de laboratorio

Descripción	Resultado	Unidad
Módulo de fineza (M.F.)	2.49	-
Peso unitario suelto (P.U.S.)	1750.18	kg/m ³
Peso unitario compactado (P.U.C.)	1830.56	kg/m ³
Contenido de humedad (%H)	1.22	%
Peso específico de masa (P _e)	2.71	g/cm ³
Peso específico de masa S.S.S. (P _{eSSS})	2.73	g/cm ³
Peso Específico Aparente (P _{ea})	2.77	g/cm ³
Porcentaje de Absorción (%A)	0.85	%

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 65: Tabla de resultados de ensayos al ladrillo validada por el ingeniero de laboratorio

Descripción	Resultado	Unidad
Variación dimensional largo	0.40	%
Variación dimensional altura	1.49	%
Variación dimensional ancho	0.54	%
Máximo Alabeo	3.00	mm
Porcentaje de vacíos	45.54	%
Porcentaje de absorción	10.04	%
Resistencia a la compresión	104.39	kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 66: Tabla de resultados del peso de los muretes elaborados con Massa Dun Dun validada por el ingeniero de laboratorio

Tipo de muestra	Peso del murete (g)	Cantidad de Massa Dun Dun (g)
M - DD - 28 - 1	49750.40	381.22
M - DD - 28 - 2	51254.80	565.67
M - DD - 28 - 3	50719.10	460.30

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 67: Tabla de resultados de ensayos de compresión axial a las pilas validada por el ingeniero de laboratorio

Tipo de adherente	Nº de días	Tipo de muestra	F'm (kg/cm ²)	Promedio	DE	F'm característico (kg/cm ²)
Masa Dun Dun	3	P - DD - 03 - 1	6.87	8.20	1.99	6.21
			7.23			
			10.49			
	P - DD - 03 - 2	13.00	16.47	3.85	12.61	
		20.61				
		15.79				
	28	P - DD - 28 - 1	12.57	15.69	2.92	12.76
			18.36			
		P - DD - 28 - 2	16.14	22.56	4.79	17.77
			17.23			
Mortero tradicional	14	P - MT - 14 - 1	26.51	61.58	2.77	58.81
			61.46			
			64.41			
28	P - MT - 28 - 1	58.87	67.75	2.29	65.45	
		65.83				
		67.12				
			70.29			

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 68: Tabla de resultados de ensayos de compresión diagonal a los muretes validada por el ingeniero de laboratorio

Tipo de adherente	Nº de días	Tipo de muestra	V'm (kg/cm ²)	Promedio	DE	V'm característico (kg/cm ²)
Massa Dun Dun	3	M - DD - 03 - 1	1.54	1.63	0.18	1.45
			1.51			
			1.83			
	3	M - DD - 03 - 2	1.83	1.77	0.09	1.68
			1.82			
			1.66			
	3	M - DD - 03 - 3	2.13	2.08	0.23	1.86
			2.28			
			1.84			
	28	M - DD - 28 - 1	1.81	2.04	0.36	1.76
			1.85			
			2.45			
28		M - DD - 28 - 2	1.83	2.08	0.23	1.95
			2.28			
			2.14			
28	M - DD - 28 - 3	2.59	3.04	0.39	2.78	
		3.34				
		3.20				
Mortero tradicional	14	M - MT - 14 - 1	8.46	7.69	0.97	7.72
			6.59			
			8.01			
	28	M - MT - 28 - 1	7.62	8.43	0.72	8.10
			8.67			
			8.99			

Fuente: Elaboración propia